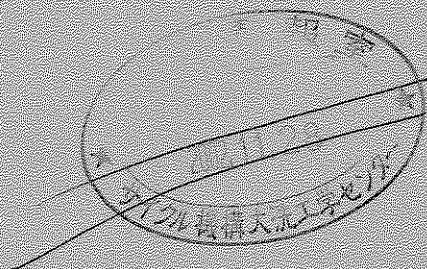
JNC TN9520 2002-001

SMAT-A&D for Windows Ver. 1.0 取扱説明書

（ユーザーズマニュアル）

2002年6月

核燃料サイクル開発機構
大洗工学センター

JNC TN9520 2002-001
2002年6月

SMAT－A&D for Windows Ver.1.0取扱説明書

（ユーザーズマニュアル）

加藤 猛彦[1]　浅山 泰[2]

要旨

SMAT-A&D for Windows（以下SMAT-A&D）は、材料強度基準に用いられた各種材料特性式について材料定数の回帰処理及び新材料の設定を行うSMAT-Aと、基本材料及びSMAT-Aで定義した材料特性について材料強度評価や寿命評価等を行うSMAT-Dの二つのプログラムから構成されている。実行プログラムは、マイクロソフト社の表計算ソフトEXCEL*に実装されているVBA(Visual Basic for Applications)*で作成されアドインとして登録可能なツールである。ユーザーは、EXCELの「ツール」メニューから選択しワークシート上で直接操作するため、あたかもEXCELの機能の一部のように操作することが可能となっている。

SMAT-A及びSMAT-Dの主な機能を以下に示す。

SMAT-Aの機能

（1）基本材料特性式回帰処理
　高速原型炉用材料強度基準等（以下BDS）及び高速増殖実証炉用材料強度基準等（以下DDS）で用いられた材料特性式を基本とし、ワークシート上から必要なデータを読み込み回帰処理を行う。処理結果は、必要に応じて回帰結果保存データファイルに保存される

（2）回帰結果出力処理
　回帰結果保存データファイルより、いつでも必要な時に回帰結果を出力する。データと回帰結果のオーバープロットを自動(マクロ)で作図する機能も付加している。

（3）新材料特性の設定
　SMAT-Dで強度評価を行うための材料特性式を設定する。材料パラメータは、手動による設定や回帰結果保存データ及び基本材料の材料特性式より選択することが可能である。

SMAT-Dの機能

（1）材料強度特性値出力
　任意の条件に対し、グラフ作成用としてワークシート上に各種材料特性値を出力する。

（2）材料強度基準値出力
　グラフ作成用としてワークシート上に各種材料基準値を出力する。

（3）材料強度評価
　EXCELのワークシート上の材料データを基に強度評価の計算を行う。

（4）材料強度特性値出力（画面出力）
　任意の条件に対し、画面上に各種材料特性値が出力される。

---

[1] 常陽産業株式会社
[2] 大洗工学センター 要素技術開発部 構造信頼性研究グループ

目次

１．はじめに……………………………………………………………1
２．インストール方法……………………………………………………2
２－１．実行環境……………………………………………………2
２－２．インストール方法………………………………………………2
２－３．アンインストール方法……………………………………………7
３．基本材料について……………………………………………………8
３－１．BDS及びDDSの出力について…………………………………8
３－２．材料特性及び基準値の引用文献………………………………8
４．SMAT-A&Dについて………………………………………………10
４－１．SMAT-Aの機能…………………………………………………10
４－２．SMAT-Dの機能…………………………………………………12
４－３．プログラムの構成………………………………………………13
４－４．統計処理方法……………………………………………………13
４－５．単位について……………………………………………………14
５．SMAT-A&Dの起動と終了…………………………………………16
５－１．起動方法…………………………………………………………16
５－２．終了方法…………………………………………………………17
６．SMAT-Aの操作方法………………………………………………18
６－１．初期画面…………………………………………………………18
６－２．基本材料特性式回帰処理………………………………………19
６－３．回帰結果出力処理………………………………………………26
６－４．新材料特性の設定………………………………………………28
７．SMAT-Dの操作方法………………………………………………33
７－１．初期画面…………………………………………………………33
７－２．材料強度特性値出力……………………………………………37
７－３．材料強度基準値出力……………………………………………40
７－４．材料強度評価……………………………………………………41
７－５．材料強度特性値出力（画面出力）……………………………42
８．計算例…………………………………………………………………47
８－１．SMAT-A…………………………………………………………47
８－２．SMAT-D…………………………………………………………51
９．注意事項………………………………………………………………55
１０．サポート……………………………………………………………56

1．はじめに

高速増殖炉の信頼性及び健全性評価において、構造材料に関する強度評価や設計評価は重要な研究項目の一つでです。それらの研究は多枝に渡り、新材料の研究から材料強度基準の作成など、材料の基本特性をベースにあらゆる角度から検討が加えられ今日に至っています。SMAT-A&Dは、それら構造材料に関する多様な評価を支援するため、現在表計算ソフトとして最も普及しているEXCEL用に開発したソフトウェアです。

SMAT-A&Dは、主にワークシート上の材料データを基に特性式の回帰を行うSMAT-Aと材料の強度特性値の出力、強度基準値の出力、寿命計算等を行うプログラムSMAT-Dから構成されています。その機能は、長年の材料強度評価のノウハウの蓄積と、昨今のパソコンの目覚ましい発展とOS及びEXCELを含むビジネスソフトの高度化により実現したものです。SMAT-A&Dは各種の材料特性の強度計算が可能ですが、最大の特徴はSMAT-Aで回帰処理をした材料特性式を新材料として登録すれば、SMAT-Dにおいてその新材料の材料強度評価をリアルタイムで行うことができることです。さらに、SMAT-A&DはEXCELにアドインとして組み込まれユーザーは、あたかもExcelの一つの機能として操作することができることです。

このようにSMAT-A&Dは、材料強度評価する上でデータ処理を伴う作業を短時間で簡便に行うと共に強力なツールと成りえます。しかしながら、初期バージョンということもあり基本的な強度計算を重点的に開発しているので、今後もユーザーのニーズを反映させ機能充実及び高度化を図り改良していく予定です。

2. インストール方法

2－1. 実行環境

実行環境は、以下の通りでWindows搭載マシンが前提です。

■対応システム

Windows98、NT4.0、2000、XP

■必要なソフト

MS Excel2000以降必須、EXCEL97以前では実行できません。

2－2. インストール方法

■セットアップファイル

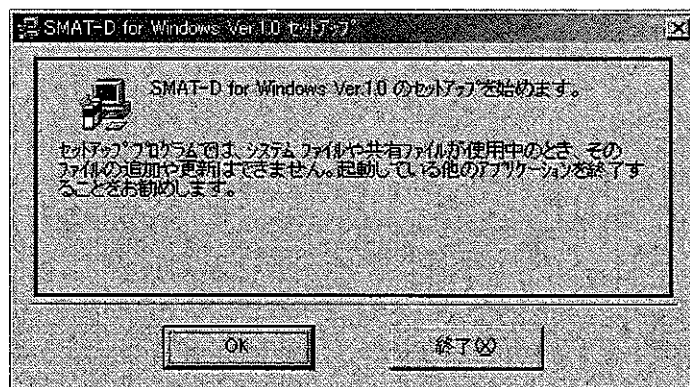
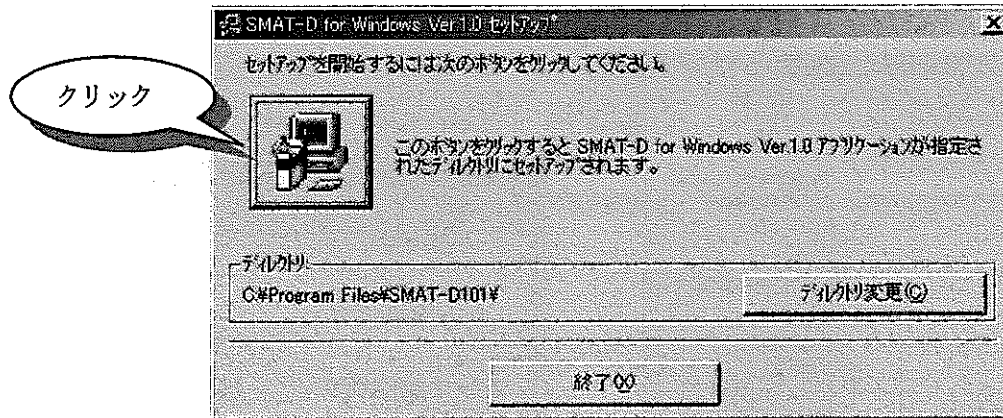
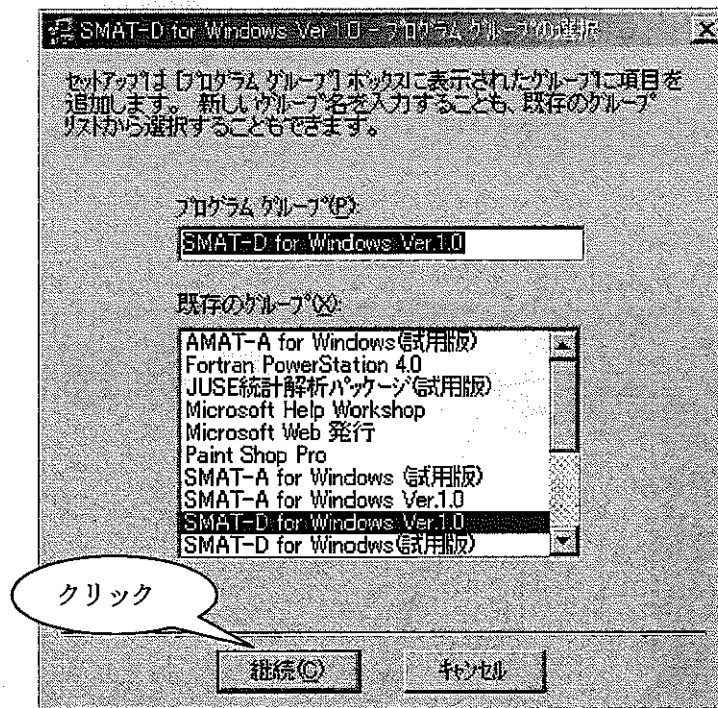
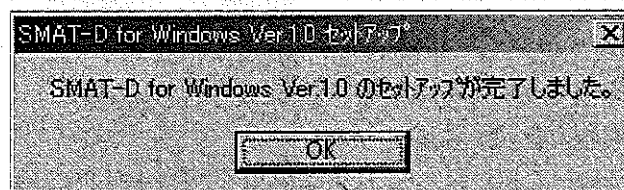
SMAT-A及びSMAT-Dのセットアップファイルは、個別にそれぞれ有ります。いずれも単独で実行可能ですので、目的に応じてインストールして下さい。

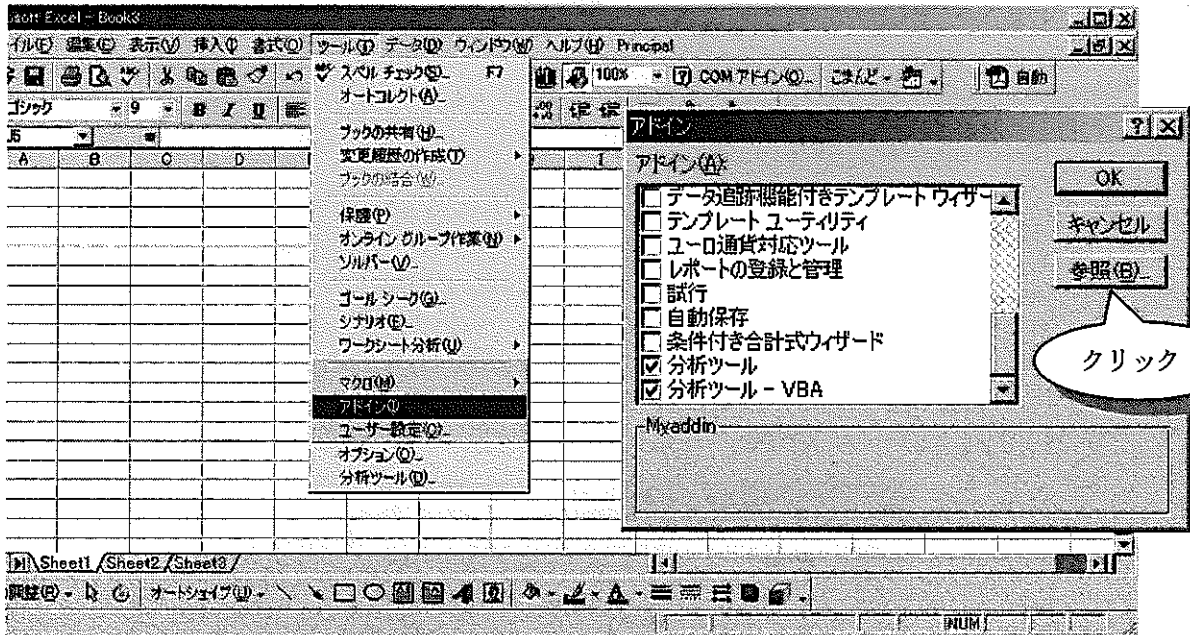
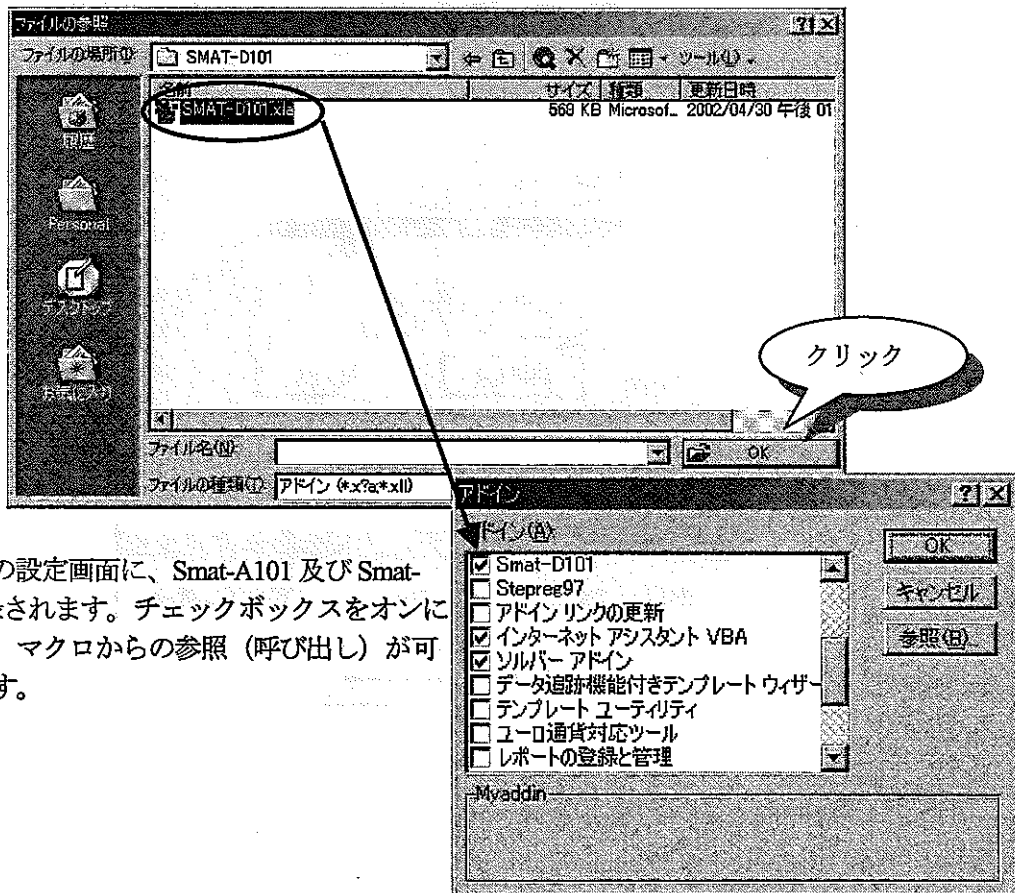
・SMAT-A
フォルダー：Smat-A for Windows
セットアップ：setup.exe

・SMAT-D
フォルダー：Smat-D for Windows
セットアップ：setup.exe

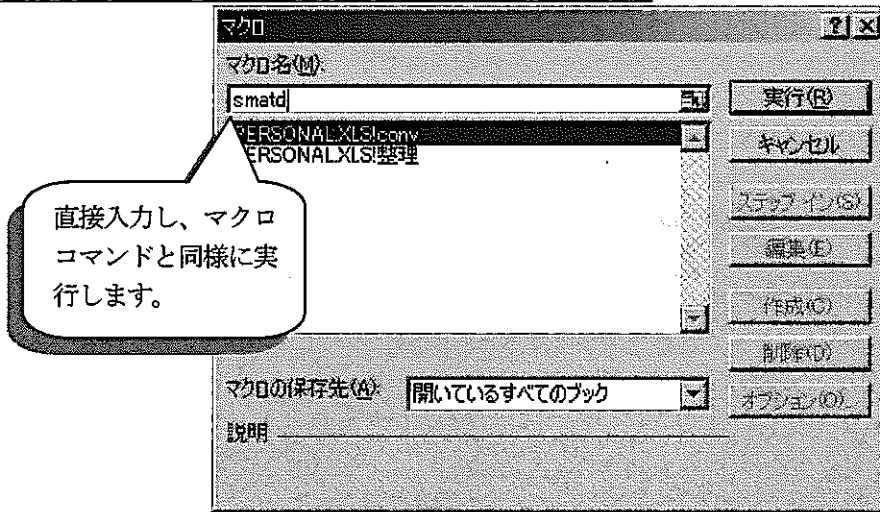
■インストール

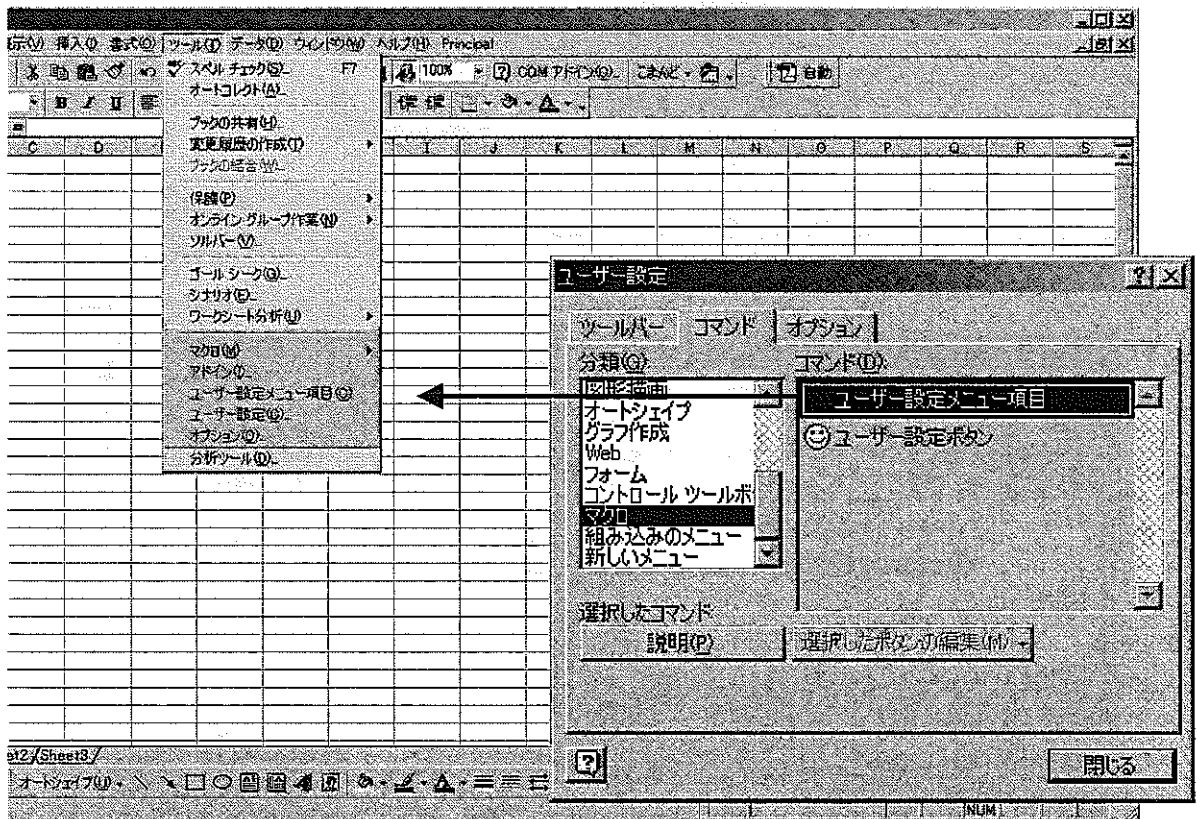
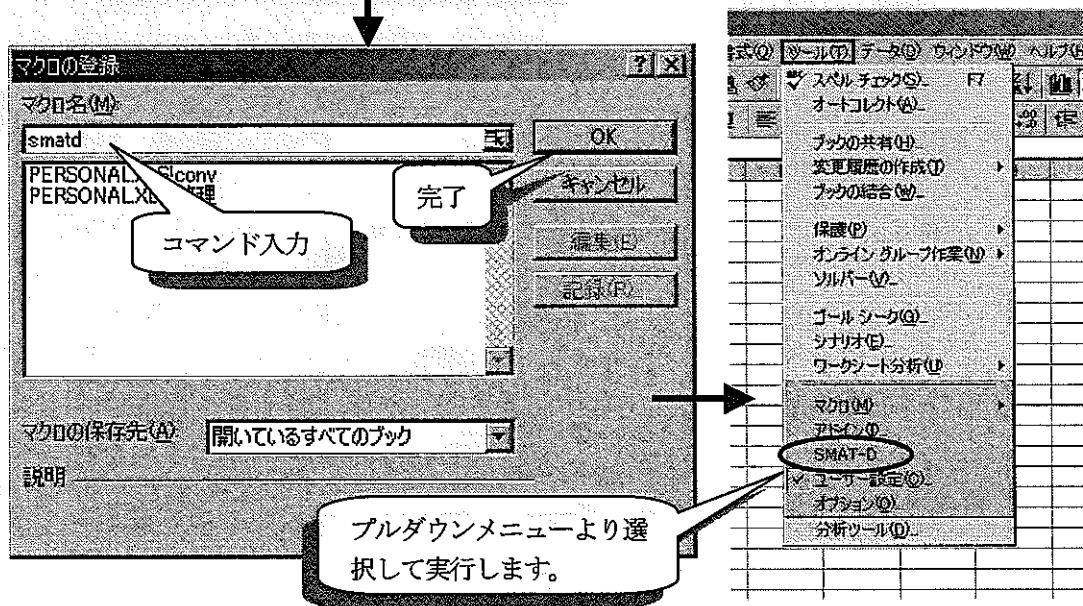
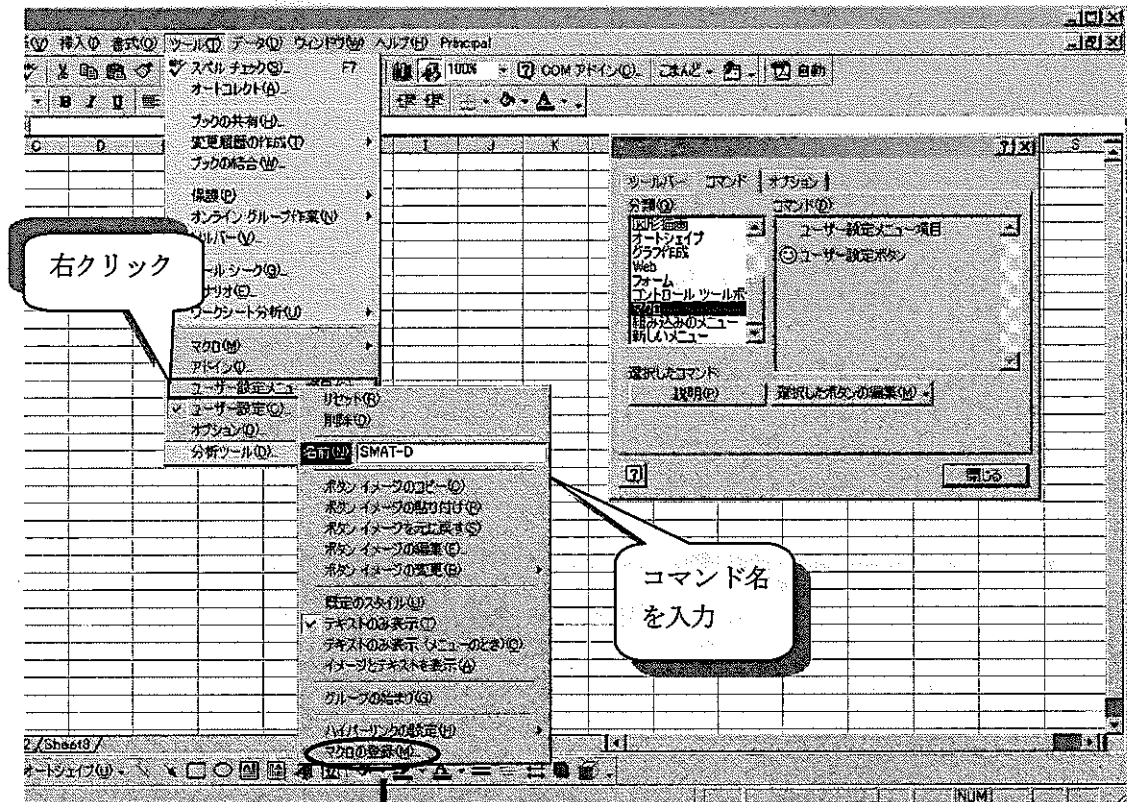
Smat-A for Wnidows（以下SMAT-A）及びSmat-D for Windows（以下SMAT-D）をそれぞれsetup.exeを実行しインストールします。実行は、指定されたフォルダーにアドインファイルを展開します。なお、この取扱説明書(pdf)は、SMAT-Dのインストール先に保存されます。

① setup.exeの実行

② アドインファイル及び必要なファイルの展開先を設定します。

③ プログラムグループの設定をします。継続ボタンでコピーが始まります。

④ セットアップの終了

■EXCEL の設定

①「ツール」－「アドイン」を選択します。

②参照ボタンでアドインファイルの設定画面となります。インストールしたフォルダーから smat-a101.xla 若しくは smat-d101.xla を選択しｏｋボタンを押します。

アドインの設定画面に、Smat-A101 及び Smat-D101 が登録されます。チェックボックスをオンにすることで、マクロからの参照（呼び出し）が可能になります。

③　マクロコマンドとして直接実行する場合

「ツール」－「マクロ」より、コマンド"SMATD"若しくは"SMATA"を①に入力して実行します。使用頻度が低いと思われる場合は、この方法を勧めます。

④　「ツール」メニューから実行

「ツール」－「ユーザ設定」より、「ツール」メニューに新しい項目を作成し、それに当コマンドを割り当てます。この場合、「アドイン」で参照をオンにしておく必要があります。この設定は、使用頻度が高いと思われる場合に勧めます。

「ツール」－「ユーザー設定(C)」をクリックしダイアログを表示します。次に再び「ツール」をクリックしプルダウンメニューを表示します。画面にダイアログとプルダウンメニューを同時に表示させます。ユーザー設定のダイアログで"コマンド"を選択し、分類をマクロとしてコマンドの[ユーザー設定メニュー項目]をドラッグし、「ツール」のメニューに追加します。追加した[ユーザー設定メニュー項目]　を選択し右クリックでメニューが表示されます。名前（**smata or smatd**）を入力し最下段のマクロの登録をクリックします。マクロの登録の画面が表示されマクロ名をSMATD若しくはSMATAを入力しOKボタンを押します。以上で、「ツール」のプルダウンメニューからSMATD及びSMATAが実行可能となります。

■アンインストール

アドインの設定を解除後、本体をアンインストールして下さい。

①アドインの削除

EXCEL の「ツール」―「アドイン」で参照をオフにします。OK ボタンを押してシート画面に戻します。

②本体のアンインストール

[設定]-[アプリケーションの追加と削除]より削除して下さい。

3．基本材料について

3－1．BDS[1]及び DDS[2]の出力について

SMAT-D において BDS 及び DDS の材料強度基準値の出力可否の一覧を示します。

材料強度基準値	BDS (SUS304、SUS316、SUS321 伝熱管、21/4Cr-1Mo(NT)板、21/4Cr-1Mo(NT)伝熱管)	DDS (316FR、Mod. 9Cr-1Mo)
最大許容応力強さ S0	可	可
設計応力強さ Sm	可	可
設計応力強さ St	可	可
設計降伏点 Sy	可	可
設計クリープ破断強さ S_R	可	可
設計引張強さ Su	可	可
設計緩和強さ Sr	可	可
縦弾性係数 E	可	可
ポアソン比	可	可
熱膨張係数 α	可	可
許容ひずみ範囲(A) εt	可	可
許容ひずみ範囲(B) εt	可	可
許容ひずみ範囲(C) εt	可	可
等時応力ひずみ関係	可	可
D*、D**簡易式	可	否
D*、D**詳細式	可	否

3－2．材料特性及び基準値の引用文献

SMAT-A&D において、BDS や DDS で公開されている材料はプログラムの中にあらかじめ組み込まれています。これらの材料の一覧と引用文献を下記に示します。なお、SMAT-A でユーザーが作成した材料は、101 番より自動的に番号が付けられます。

番号	材料	材料特性式	材料強度基準値
1	SUS304	BDS 案 ①	BDS 案 ①②
2	SUS316	BDS 案 ①	BDS 案 ①②
3	SUS321	BDS 案 ①	BDS 案 ①②
4	2.25Cr−1Mo(板)	BDS 案 ①	BDS 案 ①②
5	2.25Cr−1Mo(伝熱管)	BDS 案 ①	BDS 案 ①②
6	Mod.9Cr−1Mo(NT)	JNC 案 ③④	JNC 案 非公開 設計疲労線図のみ公開 ④
7	9Cr−2Mo	非公開	無し

8	9Cr-M-V-Nb	非公開	無し
9	316FR	JNC 案 ⑤	JNC 案 ⑤
10	316FR(非弾性解析用)	JNC 案 ⑥	無し
11	316FR(DDS)	DDS 案 疲労:BDS と同じ⑦、動的:SUS316と同じ	DDS 案 ⑧
12	Mod.9Cr-1Mo(NT+SR)	DDS 案 ⑦、動的⑩	DDS 案 ⑧
13	HCM12A(暫定版)	METI 案 ⑨、動的⑩	METI 案 ⑨
14	316FR(DDS 板+鍛)	DDS 案 疲労:板+鍛⑦、動的:SUS316 と同じ	DDS 案 316FR(DDS)と同じ ⑧
15	316FR(DDS 板)	DDS 案 疲労:板 ⑦、動的:SUS316 と同じ	DDS 案 316FR(DDS)と同じ ⑧
16	316FR(DDS 鍛)	DDS 案 疲労:鍛 ⑦、動的:SUS316 と同じ	DDS 案 316FR(DDS)と同じ ⑧
17	316FR(DDS 動的平均)	DDS 案 疲労:BDS 動的:平均 ⑩	DDS 案 316FR(DDS)と同じ ⑧

【 引用文献 】

① 動力炉核燃料開発事業団, 解説 高速原型炉高温構造設計指針 材料強度基準等 昭和59年11月

② 動力炉核燃料開発事業団, 解説 高速原型炉第1種機器の高温構造設計指針 昭和59年11月

③ 青砥 紀身, 和田 雄作, 既存鋼種とのアナロジイによる新規開発材料の高温材料特性評価手法 日本機械学会論文集 第523号A編
動力炉核燃料開発事業団, 高速増殖炉高温構造設計基準材料強度基準等の高度化に関する検討報告(I) 昭和62年度KOM-MSS W/G活動報告 1988年4月 PNC SN9410 88-105

④ 小峰 龍司, 川崎 弘嗣 他, Mod.9Cr-1Mo(NT)設計疲労線図(1991年度暫定案)の策定 1992年3月

⑤ 渡士 克己, 青砥 紀身 他, 高速炉構造用316の材料強度基準等(案) 1993年6月 PNC ZN9410 93-142

⑥ K. Aoto et al. :"Inelastic stress-strain relationship of FBR-grade type 316FR stainless steel at elevated temperature" , proc. The 5th International Symposium on Plasticity abd Its Current Aoolications, (1995), P577

⑦ 日本原子力発電株式会社, 解説 高速増殖炉実証炉高温構造設計指針 材料強度基準等(案) 平成11月3月

⑧ 日本原子力発電株式会社, 高速増殖炉実証炉高温構造設計指針 材料強度基準等(案) 平成11月3月

⑨ 日本原子力発電株式会社, 平成13年度 発電用新型炉技術確証試験 事業報告書 その1 設計手法高度化確証試験

⑩ 日本原子力発電株式会社, 平成受託研究報告書 炉システム共通技術の検討 構造設計手法に関する研究 平成12年度度 平成13年3月

4．SMAT-A&D について

SMAT-A&D for Windows は、回帰処理を行う「SMAT-A」と材料特性評価を行う「SMAT-D」の二つの独立した機能を EXCEL の VBA で作成しアドインとして実行可能にしたものです。ユーザーは EXCEL の機能の一部として扱っている様に操作でき、シート上から直接計算可能となります。

4－1．SMAT-A の機能

SMAT-A は、ワークシート上の材料データを基に、各種材料特性式を回帰する機能、回帰結果の表示及び作図する機能、新材料特性を設定する機能から構成されています。

（1）基本材料特性式回帰処理

高速原型炉用材料強度基準に用いた材料特性式を基本とし、ワークシート上から必要なデータを読み込み回帰処理を行います。処理結果は、必要に応じて回帰結果保存データファイルに保存することができます。

回帰可能な材料特性式

材料特性	特性式	型式	材料特性保存データ
引張	応力ひずみ関係式	Ludwik 型式	単一温度のみ可、材料特性として登録不可
	弾性定数	多項式	登録可
	降伏応力	多項式	登録可
クリープ	クリープ破断式	４種類（Lerson-Miller 型式、Orr-Sherby-Dorn 型式、Manson-Succop 型式、Manson-Haferd 型式）	登録可
	定常クリープひずみ速度式	Monkman-Grant 式	登録可
疲労	疲労破損式	Manson-Coffin 型式 Langer 型式	単一温度のみ可、材料特性として登録不可
		Diercks 式	登録可
	動的応力ひずみ関係式	Ludwik 型式	登録可
多項式	―	多項式	温度依存の関数にすれば引張特性として登録可。

（2）回帰結果出力処理

回帰結果保存データファイルより、いつでも必要な時に回帰結果を出力します。回帰したデータは自動でオープンし回帰対象のセル範囲をアクティブにします。また、データと回帰結果のオーバープロットを自動で作図する機能も付加しています。グラフの仕様を以下に示します。

① 標準グラフの仕様

材料特性	特性式	X 軸	Y 軸
引張	静的応力ひずみ関係式	ひずみ	応力
	弾性定数	温度	弾性定数

	降伏応力	温度	降伏応力
クリープ	クリープ破断式	破断時間	応力
	定常クリープひずみ速度式	破断時間	定常クリープひずみ速度
疲労	疲労破損式	破損繰返し数	ひずみ範囲
	動的応力ひずみ関係式	ひずみ範囲	応力範囲
多項式	—	X値	f（X値）

② 信頼値の正規分布

信頼値	下限値	上限値
95%信頼幅	-1.96	1.96
99%信頼幅	-2.576	2.576
95%信頼上下限値	-1.645	1.645
99%信頼上下限値	-2.326	2.326

③ CAL-OBS のグラフ仕様

材料特性	特性式	X軸（予測値）及びY軸（実測値）
引張	静的応力ひずみ関係式	σ—σp
	弾性定数	弾性定数
	降伏応力	降伏応力
クリープ	クリープ破断式	破断時間
	定常クリープひずみ速度式	定常クリープひずみ速度
疲労	疲労破損式	破損繰返し数
	動的応力ひずみ関係式	Δσ—2σp
多項式	—	f（X値）

④ TTP－σ（クリープ破断式のみ）

クリープ破断式	X軸	Y軸
Lerson-Miller	Lerson-Miller-Parameter	応力
Orr-Sherby-Dorn	Orr-Sherby-Dorn-Parameter	応力
Manson-Succop	Manson-Succop-Parameter	応力
Manson-Haferd	Manson-Haferd-Parameter	応力

（3）新材料特性の設定

ユーザー独自に SMAT-D で強度評価を行うための材料特性を設定します。材料パラメータは、手動による設定や、回帰結果保存データ及び基本材料の材料特性式より選択することが可能です。定めた材料特性は、新材料として材料特性保存データに登録され、更新、削除等が可能です。材料番号は、101 より順に自動生成されます。ここで設定された材料は、SMAT-D で新材料として読み込まれ、各種強度評価が可能になります。ただし、設定する材料は **SI** 単位で作成することが前提です。

４－２．SMAT-D の機能

SMAT-D は３つの機能から構成され、Excel のワークシート上で実行されます。結果は、指定セルに出力されます。SMAT-D で扱う材料特性式は、BDS 及び DDS に準じています。

材料特性	材料特性式	型式
引張	静的応力ひずみ関係式	Ludwik 型式
クリープ	クリープ破断式	Lerson-Miller 型式、Orr-Sherby-Dorn 型式、Manson-Succop 型式、Manson-Haferd 型式
	定常クリープひずみ速度式	Monkman-Grant 式
	クリープひずみ式	Black-Burn 型式
疲労	最適疲労破損式	Diercks 式
	動的応力ひずみ関係式	Ludwik 型式

（１）材料強度特性値出力

材料強度特性値出力は、グラフ出力用にＸ軸に相当する値として温度、時間及びひずみ等がＹ軸に相当する値はそれに対応する材料特性値がシート上に出力されます。

材料特性	Ｘ軸	Ｙ軸
引張	温度	弾性定数、降伏応力、比例限、m、k
	ひずみ or 塑性ひずみ	応力
クリープ	クリープ破断時間	応力、定常クリープひずみ速度
	クリープ時間	クリープひずみ
	保持時間（ﾘﾗｸｾｰｼｮﾝ）	緩和応力、クリープ損傷
	TTP(LMP、OSDP 他)	応力
疲労	繰返し破損回数	ひずみ範囲
	ひずみ範囲	応力範囲
クリープ疲労	繰返し破損回数	ひずみ範囲
	保持時間	破損繰返し数

（２）材料強度基準値出力

材料強度基準値出力は、グラフ作成用として各種基準値が出力されます。

- S_0、Sm、St 値など各種材料強度基準値及び等時応力ひずみ関係のワークシートへの出力
- D*、D**の簡易式及び詳細計算による出力

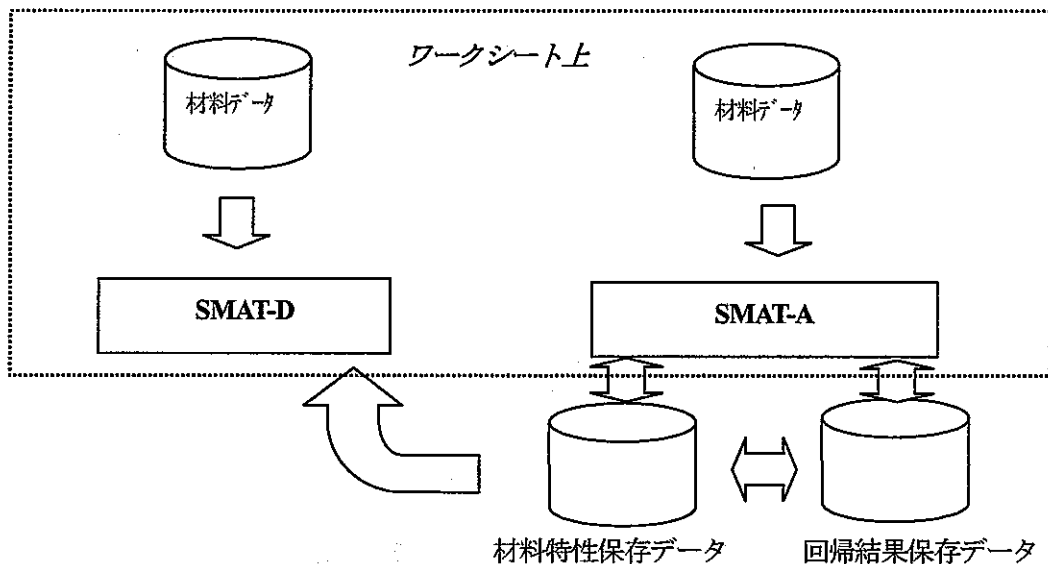
（３）材料強度評価

材料強度評価は、EXCEL のワークシート上の材料データを基に予測値の計算を行います。実測値を指定している場合は、予測値との相関係数、標準偏差等の統計処理を行います。クリープひずみ速度は、式中の破断時間を実測値若しくはクリープ破断式より算出した破断時間のいずれかを選択することが可能です。クリープ疲労では、保持時間がゼロ若しくはセル範囲を設定しない場合疲労寿命を計算します。また、１サイクル当たりの初期応力値や損傷値の出力は、オプションで設定可能です。

材料特性	入力値	予測値
クリープ	温度、応力	破断時間
	温度、応力、破断時間	定常クリープひずみ速度
疲労 (クリープ疲労)	温度、ひずみ速度、 保持時間	破損繰返し数（保持時間=0の時、疲労）

（4）材料強度特性値出力（画面出力）

材料強度特性値出力（画面出力）は、（1）材料強度特性値出力の材料特性に加え等時応力応力ひずみ関係の任意の条件について、計算結果をシート出力せず画面に出力します。グラフ用のデータを作成するのでなく材料特性の任意の負荷条件を算出します。

4－3．プログラム構成

■回帰結果保存データ：回帰処理結果、統計処理結果、セル範囲、ワークブック保存場所等が登録されています。

■材料特性保存データ：新規材料の引張、クリープ、疲労の各種材料特性式のパラメータが登録されています。

４－４．統計処理方法

SMAT-A 及び SMAT-D の統計処理情報は、平均傾向に対するバラツキや偏差を算出します。それらの値は、従属変数のタイプ（線形 or 対数）により変わります。なお、SMAT-D の「３．材料強度評価」の標準偏差は、自由度をデータ数Nとして算出したものです。

項目	線形（従属変数）	対数（従属変数）
相関係数 R	$\dfrac{\sum(y-\overline{y})(y^*-\overline{y^*})}{\sqrt{\sum(y-\overline{y})^2 \bullet \sum(y^*-\overline{y^*})^2}}$	$\dfrac{\sum(Y-\overline{Y})(Y^*-\overline{Y^*})}{\sqrt{\sum(Y-\overline{Y})^2 \bullet \sum(Y^*-\overline{Y^*})^2}}$ Y=logy、Y^*=logy*
標準偏差	$\sqrt{\left(\sum(y-y^*)^2\right)/(N-p-1)}$ p：係数パラメータの数	$\sqrt{\left(\sum(Y-Y^*)^2\right)/(N-p-1)}$ Y=logy、Y^*=logy*
自由度調整済み 重相関係数 R*2	$1-\dfrac{N-1}{N-p-1}\left(1-R^2\right)$ p：係数パラメータの数	
分散比 F0	$\dfrac{V_R}{V_e}$　，V_R：回帰による分散、Ve：回帰からの残差の分散	
SEE	$\sqrt{\left(\sum(Y-\overline{Y})^2\right)/(N-1)}$ Y=y/y*、$\overline{Y}$は平均値	$\sqrt{\left(\sum(Y-\overline{Y})^2\right)/(N-1)}$ Y=log(y/y*)、$\overline{Y}$は平均値

材料特性式の回帰計算時における従属変数の計算タイプを示します。

材料特性式	従属変数	タイプ
静的応力ひずみ関係式	log(σ - σp)	対数
弾性定数	E	線型
降伏応力	σy	線型
クリープ破断式	log(σ)	対数
定常クリープひずみ速度式	$\log t_R$	対数
最適疲労破損式	Log(Δε)	対数
動的応力ひずみ関係式	log(Δσ -2σp)	対数
多項式	f(x)	対数 or 線型（任意）

４－５．単位について

SMAT-A 及び SMAT-D で扱う単位は、下表に示す様にメニューやワークシート上の入力データと材料特性式の単位の扱いが異なります。オプションでは、材料特性式の単位が合うように標準の係数値が設定されています。ユーザーは、下表に従わない入力データの単位の場合、オプションで材

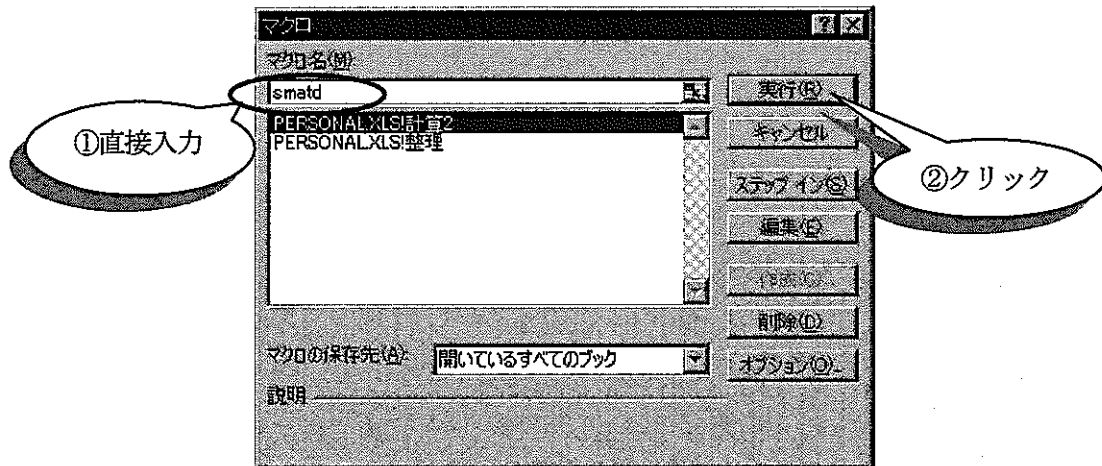
料特性式の単位に合うように係数を調整する必要があります。特に問題が無ければ、下表の入力データの単位で入力することを勧めます。

	入力データ	係数（標準）	材料特性式
温度	℃	−	℃
時間	**hr**	−	**hr**
ひずみ、ひずみ範囲	**%**	***0.01***	**mm/mm**
応力	**N/mm^2**	***1***	**N/mm^2**
ひずみ速度(疲労)	**%/sec**	***0.01***	**mm/mm/sec**
ひずみ速度(クリープ)	**%/hr**	***0.01***	**mm/mm/hr**

5．SMAT-A&Dの起動と終了

SMAT-A及びDは、それぞれアドインとして登録します。その起動方法は、2通りあり必要に応じて使い分けて下さい。使用頻度が高い場合は、「ツール」のメニューとして登録しておくことを勧めます。なお、SMAT-A及びSMAT-Dを同時に実行することは可能ですが動作は保証されません。

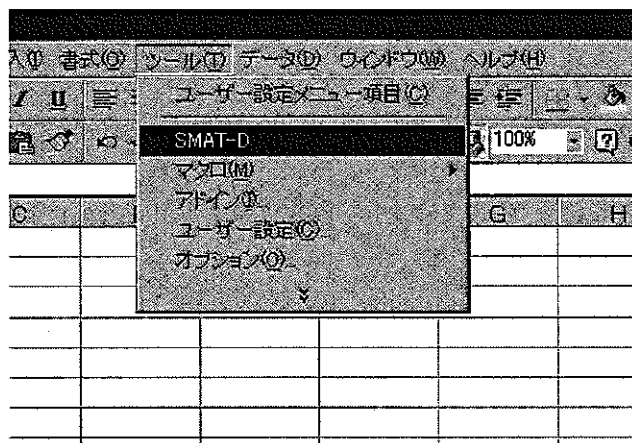
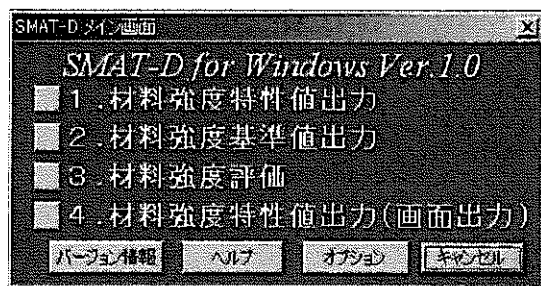
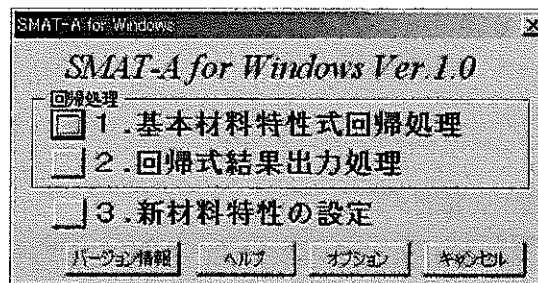
5－1．起動方法

■「ツール」－「マクロ」-マクロコマンドで"**smatd**"若しくは"**smata**"をキー入力し実行。
使用頻度が低い場合は、この方法を勧めます。

■「ツール」－「**SMAT-A**」若しくは「**SMAT-D**」のメニュー選択で実行。
使用頻度が高い時は、「ツール」－「ユーザー設定」において、あらかじめプルダウンメニューに定義しコマンド"SMAT-A" 及び"SMAT-D"を割り当てておきます(参照２－２．インストール方法)。
「ツール」のプルダウンメニューから「SMAT-A」or「SMAT-D」が実行できます。

SMAT-D 初期メニュー画面

SMAT-D メイン画面
SMAT-D for Windows Ver.1.0
1．材料強度特性値出力
2．材料強度基準値出力
3．材料強度評価
4．材料強度特性値出力(画面出力)
バージョン情報　ヘルプ　オプション　キャンセル

SMAT-A 初期メニュー画面

SMAT-A for Windows
SMAT-A for Windows Ver.1.0
回帰処理
1．基本材料特性式回帰処理
2．回帰式結果出力処理
3．新材料特性の設定
バージョン情報　ヘルプ　オプション　キャンセル

5－2．終了方法

キャンセル で終了です。

6. SMAT-A の操作方法

6－1. 初期画面

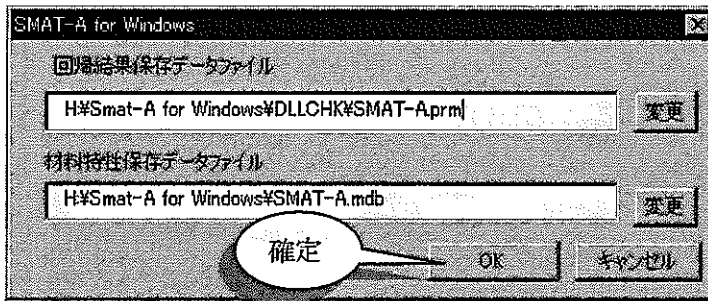
初期メニュー画面です。３つの項目から選択します。

<SMAT-A 初期メニュー>

<バージョン情報>

<ヘルプ>

<オプション>

SMAT-A の初期ダイアログのオプションは、回帰結果保存データと材料特性保存データのファイルの所在を変更します。ここで変更したファイルは、SMAT-A だけでなく SMAT-D の材料特性の選択にも反映されます。また、他ユーザーが作成した回帰結果保存データや材料特性保存データに変更し参照することも可能です。さらに、ファイルをネットワーク上に置けば複数のユーザーで共有することも可能です。変更は、本システムが終了しても有効になります。

・回帰結果保存データファイル
拡張子が prm のバイナリファイルです。

・材料特性保存データファイル
拡張子が mdb のバイナリファイルです。

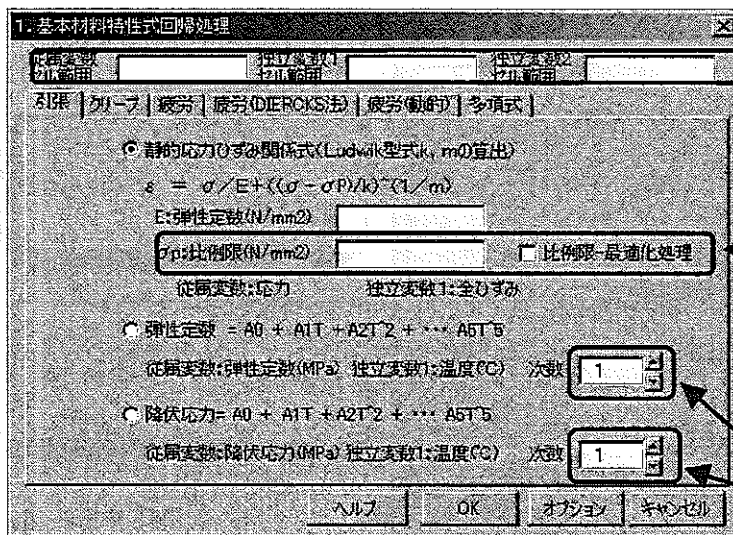
新規保存データの作成
SMAT-Aで作成される回帰結果保存データと材料特性保存データを現状ファイルとは別に新たに作成する場合、SMAT-Aの「オプション」から「変更」ボタン押し、ファイル選択ダイアログより存在しない任意のファイル名に変更します。なお、エクスプローラより現状のファイル名を変更しても構いません。この場合、既に設定したファイル名で新規に作成されます。

5－2．基本材料特性式回帰処理

【 引張 】

静的応力ひずみ関係(Ludwik 式)のパラメータを回帰処理と、温度と弾性定数及び降伏応力の関係を回帰処理します。後者は、新材料を設定する際、呼び出し可能になります。

Ludwik 型式

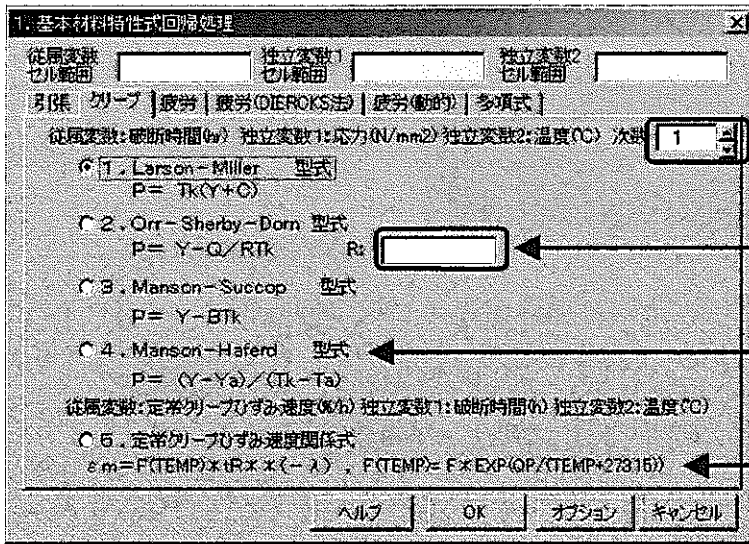
$$\varepsilon = \sigma / E + ((\sigma - \sigma p) / k)^{1/m}$$

【 クリープ 】

クリープ破断式４種類及びクリープひずみ速度式（Monkman Grant 型式）の回帰処理を行います。

１．リープ破断式

$$p=\sum_{i=0}^{N} Ai\log\sigma^{i} \qquad N: 次数$$

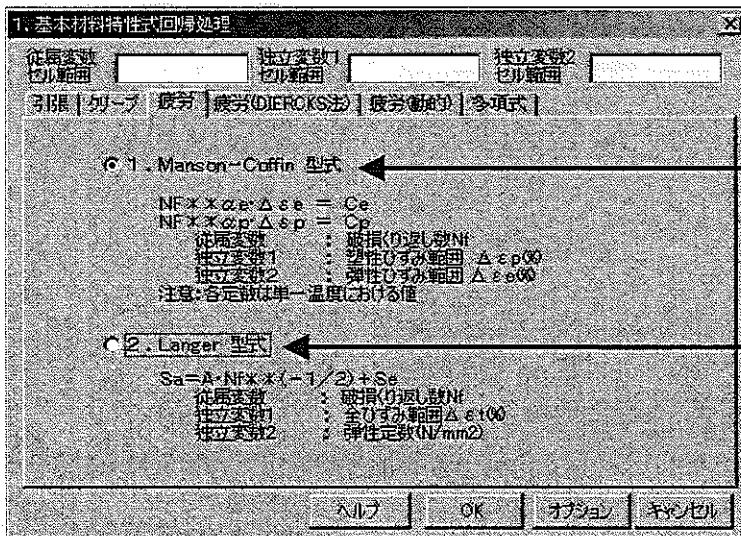
２．定常クリープひずみ速度式

$$\dot{\varepsilon}_m = F(T)\times t_R^{-\lambda} \qquad F(T)=F\times\exp(QP/(T+273.15))$$

【 疲労 】

Manson-Coffin 型式及び Langer 型式による疲労関係を回帰処理します。標準偏差は、いずれも破損繰り返し数の対数標準偏差です。

１．Manson-Coffin　型式

$Nf^{\alpha e}\cdot\Delta\varepsilon e = Ce$　　　$Nf^{\alpha p}\cdot\Delta\varepsilon p = Cp$

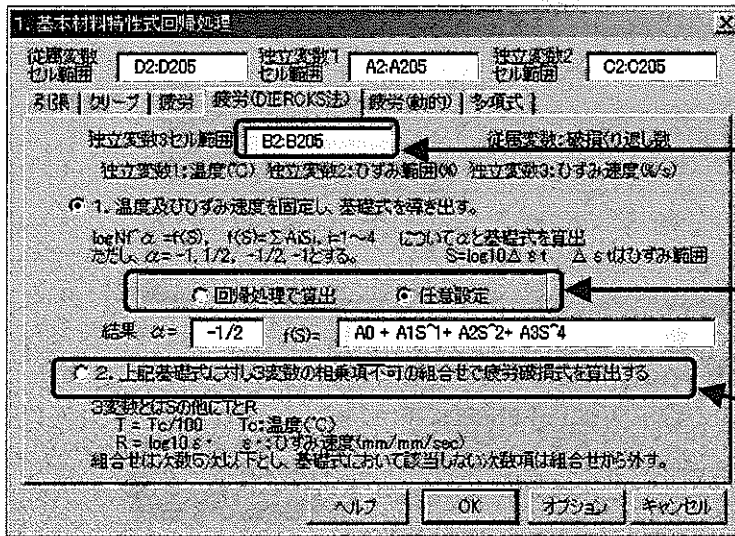
２．Lager 型式

$Sa = A\cdot Nf^{(-1/2)} + Se$

【 疲労 (Diercks) 】

Diercks ら用いた汎用解析手法に準じた最適疲労破損式の作成を行う。

① 基礎式の策定

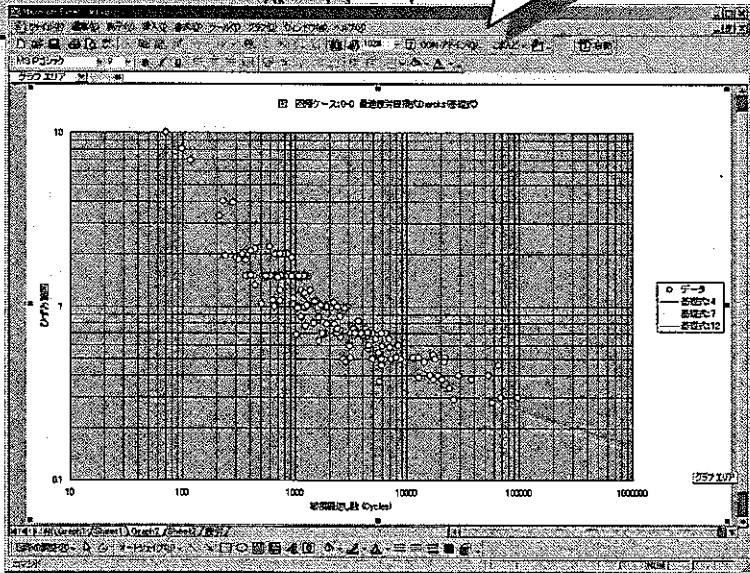
温度及びひずみ速度を固定し、基礎式全ケース(60 ケース)を回帰計算します。ここでは、基礎式の形α及び項を決めるだけの処理行います。

$$\log(Nf)^{\alpha} = \sum_{i=0}^{4} AiS^{i} \qquad S^{i}=\mathrm{Log}(S)\ \text{ひずみ範囲}$$

1．温度及びひずみ速度を固定し、基礎式を導き出す。

◉ 回帰処理で算出 を選択した場合

α=1、1/2、−1/2、−1 の４種類と $\mathrm{Log(Nf)}^{\alpha}$ = A0･S ～ Log(Nf)α = $A0 \cdot S+A1 \cdot S+A2 \cdot S^{2}+A3S^{3}+A4S^{4}$ の全ての組合せについて回帰計算を行います。組合せ総数は 60 ケースです。

ボタン	処理内容
画面表示	回帰結果を表示します。
ソート	相関係数が良好なものから並び替えます。
作図	データ及び回帰ケースの結果を追加シートに出力し、その結果を基に自動でデータと回帰式のオーバープロットをグラフ（散布図）に出力します。なお、回帰式は、複数選択が可能です。「Shift」及び「Alt」キーで選択して下さい。またグラフは、「選択」若しくは「ｷｬﾝｾﾙ」ボタンで押した後自動追加されます。
選択	選択したケースが、基礎式となります。
ｷｬﾝｾﾙ	ｷｬﾝｾﾙします。

基礎式の導出(疲労-DIERCKS法)
基礎式の選択
αと次数の組合せ60ケースより1ケース選択して下さい。
番号 α 次数 相関係数 標準偏差 A0 A1 A2 A3 A4
画面表示
ソート
作図
選択
キャンセル
作図のみ複数選択可
4次までのフラグです。0 の場合その項が無いことを示します。例えば、1 0 0 1の場合、f(S)=A0+A1×S+A2×S4 を示します。
1. 基本材料特性式回帰処理
最適疲労破損式-基礎式
材料特性式: 最適疲労破損式Dierckx式
基礎式番号:12
パラメータ値
A0 = 1.99999999999994
A1 = 1.00000000000001 × S^1
A2 = -4.72421631075 7E-14× S^3
A3 = 1.3908806782209E-14× S^4
相関係数 : 1
標準偏差 : 1.43957529885062E-14
S = log10(Δε t)
OK
自動で作成
グラフ及び曲線の数に制限はありません。
基礎式の回帰結果は保存されません。コピー等で保存して下さい。

◉ 任意設定 を選択した場合

予め基礎式の形が決まっている場合、基礎式を設定します。

2．上記基礎式に対し３変数の相乗項不可の組合せで疲労破損式を算出する。

相乗項を不可の組合せとは、基礎式のひずみ範囲の次数を含まない３変数の組合せを指します。

$$\log(Nf)^{\alpha} = \sum_{i=0}^{4} AiS^{i} + A5R^{NR1}T^{NT1} + A6S^{NS1}R^{NR2} + A7S^{NS2}T^{NT2}$$

R：ひずみ速度、T：Tc/100　Tc 温度(℃)、なお NR、NS、NT は最大で４次で式中の A0 は必須です。この処理は、基礎式が定まっていないと実行できません。

【 疲労（動的） 】

Ludwik 型式の動的応力ひずみ関係式を回帰処理します。

動的応力ひずみ関係式を作成する際の弾性定数及び比例限の材料を指定します。すなわち、静的応力ひずみ関係式の材料を選択します。

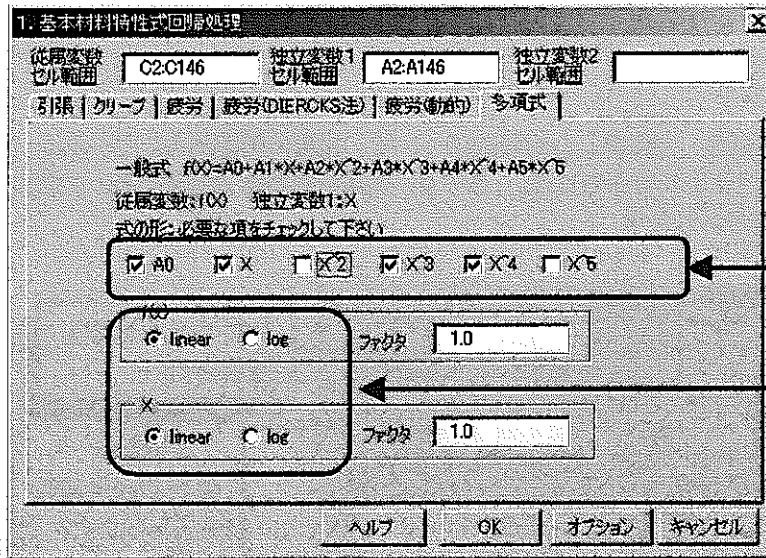
弾性定数及び比例限は、SMAT-A で回帰した材料から選択することも可能です。基本材料の材料特性式以外から弾性限及び比例限を設定する場合は、予め SMAT-A 「３．新材料特性の設定」の「引張」において弾塑性応力ひずみ関係式の材料定数を設定しておいて下さい。

Ludwik 型式の温度関数である A0、A1 の次数を入力します。それぞれ最大で５次です。

$\log(\Delta\sigma - 2\sigma_p) = A_0 + A_1(\Delta\varepsilon - \Delta\sigma / E)$、σp 及び E は静的応力ひずみ関係式より導き出されます。

$$A_0 = \sum_{i=0}^{N} A_{0i}T^i \quad 、 \quad A_1 = \sum_{i=0}^{M} A_{1i}T^i$$

【 多項式 】

独立変数１個の多項式の回帰計算を行います。

回帰計算は、ファクタを乗じた入力データを基に行います。回帰結果の作図用データは、ファクタを乗じてない入力データを出力します。

「オプション」

回帰計算時シート上の入力データに対する係数を定めるオプションです。デフォルトは、オプションで定めている値です。SMAT-A&Dでは入力値の単位は、応力値N/mm²、ひずみ量%として扱っています。材料特性式の単位は、それぞれN/mm²、mm/mmです。そのため以下に示す係数を入力データに乗じています。

項目	回帰式（特性式）	パラメータ	係数	備考
引張	Ludwik 方式の応力ひずみ関係式	応力	1	
		ひずみ	0.01	%→mm/mm
		塑性ひずみ制限値	0	制限値以上の塑性ひずみのデータを回帰対象とします。
	弾性定数、降伏応力	弾性定数、降伏応力	1	
クリープ	クリープ破断式	応力	1	
	定常クリープひずみ速度式	定常クリープひずみ速度	0.01	%/hr→mm/mm/hr
疲労-1	Manson-coffin 型式	塑性ひずみ範囲	0.01	%→mm/mm
		弾性ひずみ範囲	0.01	%→mm/mm
	Langer 型式	全ひずみ範囲	0.01	%→mm/mm
		弾性定数	1	
疲労-2	Diercks 型式	ひずみ範囲	0.01	%→mm/mm
		ひずみ速度	0.01	%/sec→mm/mm/sec

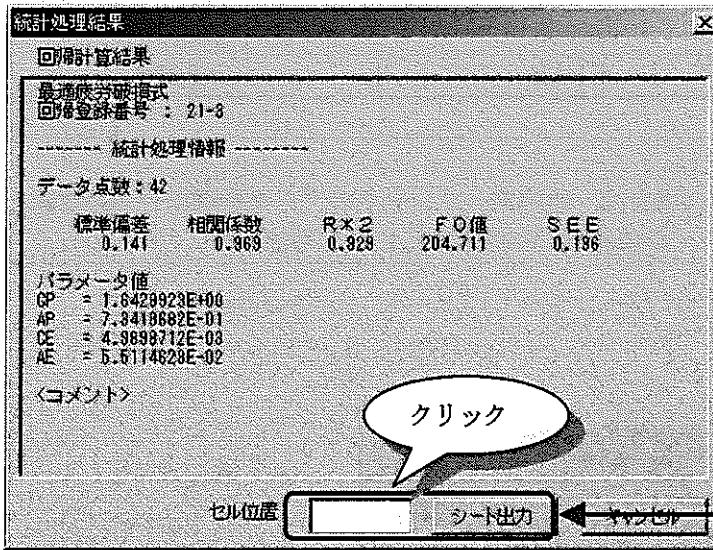
	動的応力ひずみ関係式	ひずみ範囲	0.01	%→mm/mm
		応力範囲	1	

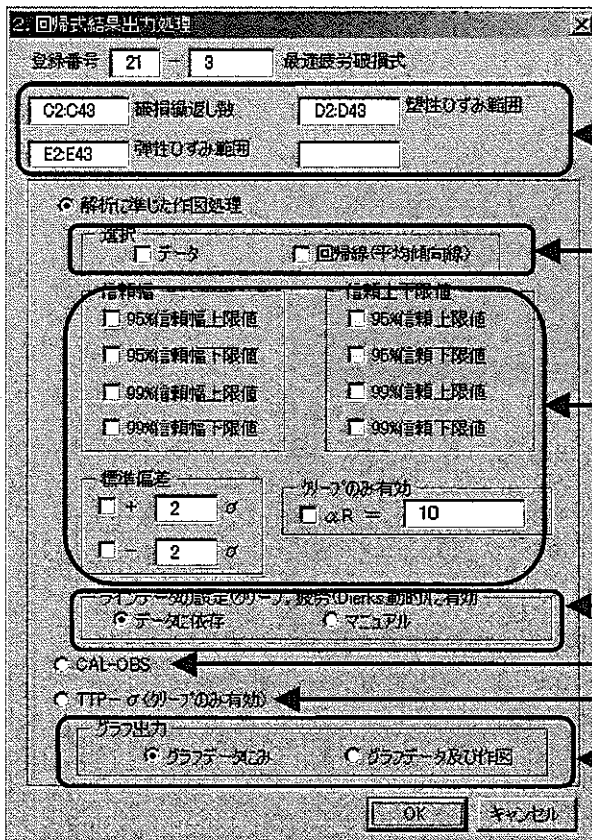
6－3．回帰結果出力処理

「5－2．基本材料特性式回帰処理」で保存した回帰式について、結果の画面出力、ワークシート出力やグラフ作成を行います。これを実行するには、「5－2．基本材料特性式回帰処理」で結果を最低1ケース登録しておく必要があります。

材料特性識別番号及びグラフ作成用X-Yデータの仕様

材料特性式	材料特性式識別番号	X軸	Y軸
静的応力ひずみ関係式	1	ひずみ	応力
弾性定数	2	温度	弾性定数
降伏応力	3	温度	降伏応力
クリープ破断式	11：Lerson-Miller型式 12：Orr-Sherby-Dorn型式 13：Manson-Succop型式 14：Manson-Haferd型式	破断時間	応力
定常クリープひずみ速度式	15：Monkman-Grant型式	破断時間	定常クひずみ速度
最適疲労破損式	21：Manson-Coffin型式 22：Langer型式 23：Diercks型式	破損 繰り返し数	ひずみ範囲
動的応力ひずみ関係式	24	ひずみ範囲	応力範囲
多項式	31	X	f(x)

◉ 結果表示 を選択した場合

◉ 作図 を選択した場合

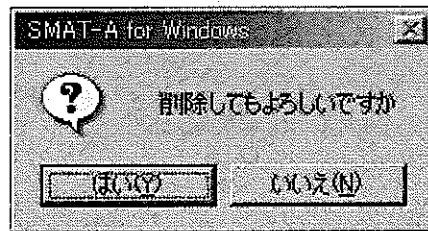
回帰した Excel ファイルをオープンし、回帰処理に用いたセル範囲をアクティブにします。

新規のワークシートは、作図メニュー単位で作成されますのでこの画面が表示されている限り追加されることはありません

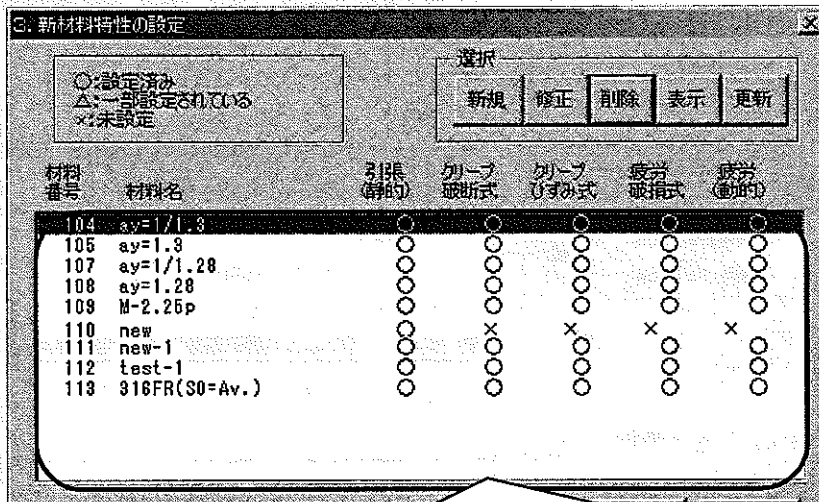
信頼幅及び上下限値の確率分布を以下に示します。

項目	95%	99%
信頼幅	±1.96	±2.576
信頼上下限値	±1.645	±2.326

回帰保存データが存在しない場合
回帰した Excel ファイルが存在しない場合は、他のワークシートのデータを選択し回帰曲線と共に作図することができます。また、回帰曲線のみ作図することも可能です。

○ 登録ケースの削除 を選択した場合

削除するか指示を行います。

6－4．新材料特性の設定

新材料の設定を行います。ここで、作成された材料特性は、SMAT-D で参照され強度計算に反映されます。

材料番号、材料名の順に各種材料特性式の登録状況が表示されます。
○：特性式の材料定数が全て設定されていることを示します。
△：材料定数が一部設定されていることを示します。
×：材料定数が設定されていないことを示します。

を選択

新しい材料を設定します。材料番号は 101 番から自動的に付けられます。
材料名を入力する以外、操作は修正と同じです。

コメント	登録する材料にコメントを300 文字まで追加できます	ヘルプ	HELP を起動します。
実行	選択の３項目について処理を実行します。	保存	材料特性保存データに登録されます。SMAT-D より呼び出し可能となります。
キャンセル	保存されません。		

◉ 任意設定(定数の表示も含む)

材料定数を直接入力できます。また、回帰結果保存データから読み込んだ材料定数を確認することもできます。入力画面は、材料特性式により異なります。

※クリープひずみ式の設定画面について

クリープひずみ式のパラメータ値と画面上のパラメータの関係を以下に示します。

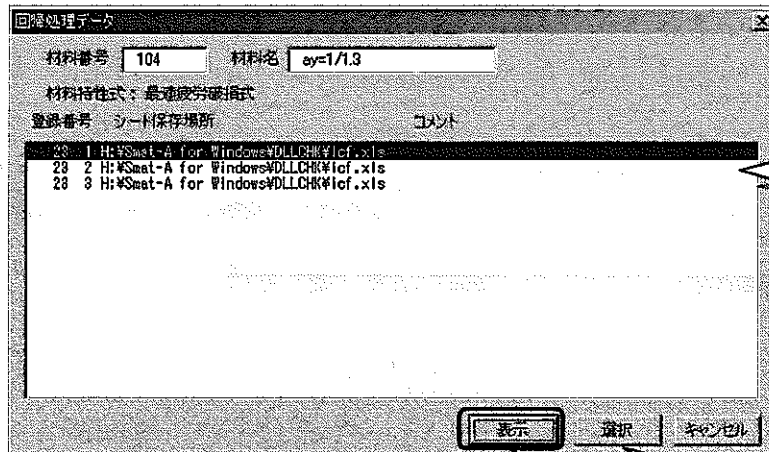
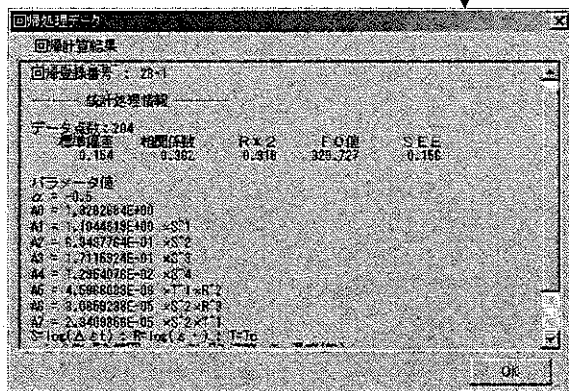
$$\varepsilon c = C1\ (1 - e^{-r1t}) + C2\ (1 - e^{-r2t}) + \dot{\varepsilon} m t$$

$$\dot{\varepsilon} m = F\exp\left[\frac{QP}{8.31(T+273.15)}\right] t_R^{-RAMD}$$

$$C1 = G1\dot{\varepsilon} m^{\beta 1} / r_1 \qquad C2 = G2\dot{\varepsilon} m^{\beta 2} / r_2$$

$$r_1 = S_1 t_R^{\alpha 1} \qquad r_2 = S_2 t_R^{\alpha 2}$$

◉ 回帰結果保存データ

指定した材料特性式について回帰結果保存データに登録されているケースを表示します。

回帰式の特性式識別番号は以下に示す通りに割り振られています。識別番号の後者の番号は、通し番号です。全ての材料特性式が新材料の特性式として採用できるとは限りません。

識別番号（前）	内容	採用
1	静的応力ひずみ関係式(ludwik 型式)のパラメータ k、m	×
2	温度と弾性定数の関係	○

3	温度と降伏応力の関係	○
11	クリープ破断式（Lerson-Miller 型式）	○
12	クリープ破断式（Orr-Sherby-Dorn 型式）	○
13	クリープ破断式（Manson-Succop 型式）	○
14	クリープ破断式（Manson-Haferd 型式）	○
15	定常クリープひずみ式(Monkman Grant 型式)	○
21	疲労破損式（Manson-Cofin 型式）	×
22	疲労破損式（Langer 型式）	×
23	疲労破損式（Diercks 型式）	○
24	動的応力ひずみ関係式(Ludwik 型式)	○
31	多項式	○

採用：○は新材料特性を設定する際、回帰保存データから選択可能なものです。

◉既存の材料より　1. SUS304

基本材料（参照3．基本材料について）及び既にSMAT-Aで登録した新材料より選択します。新材料の特性式の構成が不備でも設定することは可能です。

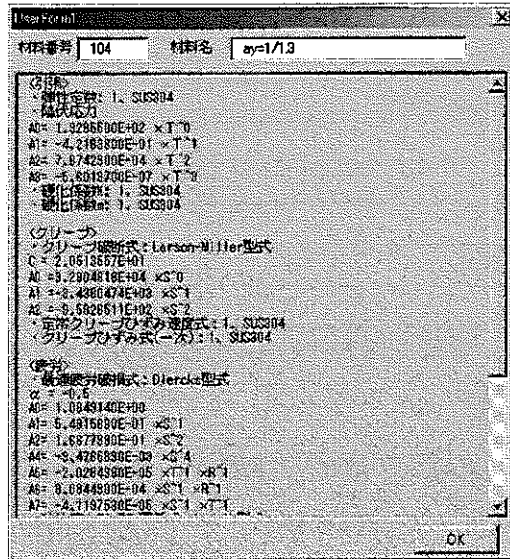
を選択

既に登録してある材料特性データを修正します。材料名の入力を除いて操作は「新規」と同じですが、材料名も修正可能です。既に登録されている材料特性式については赤色で、今回修正した特性式は青色で表示します。回帰保存データより材料定数を読み込んだ場合、任意設定でそのデジタル値を確認することが可能です。また、その数値を修正することも可能です。

を選択

選択したケースを削除します。

を選択

材料特性の登録情報を表示します。

全ての材料特性式の登録状況を表示します。

選択

登録ケースの一覧を再表示します。新規及び修正した場合に有効です。

7．SMAT-D の操作方法

7－1．初期画面

<SMAT-D 初期メニュー>

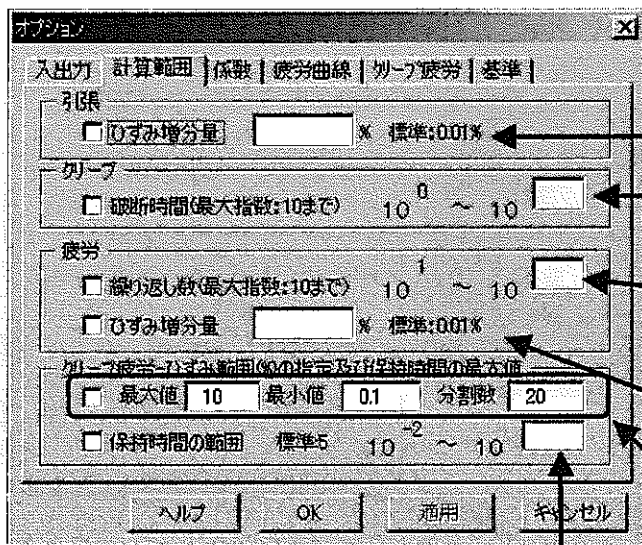
バージョン情報 及び ヘルプ は6－1．SMAT-A 操作方法を参照して下さい。

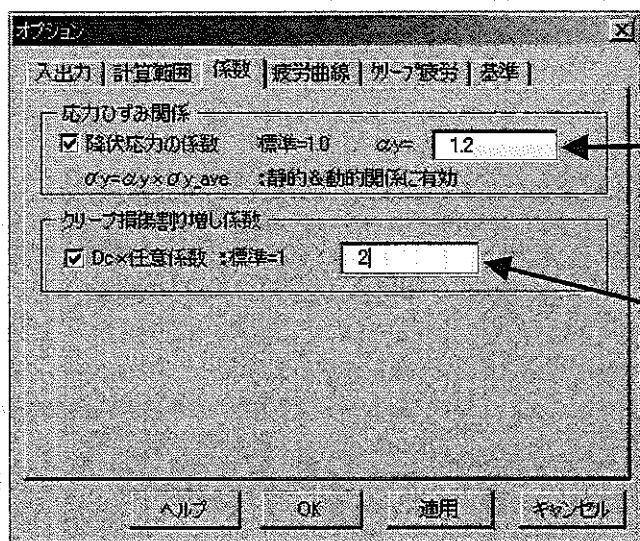
<オプション>

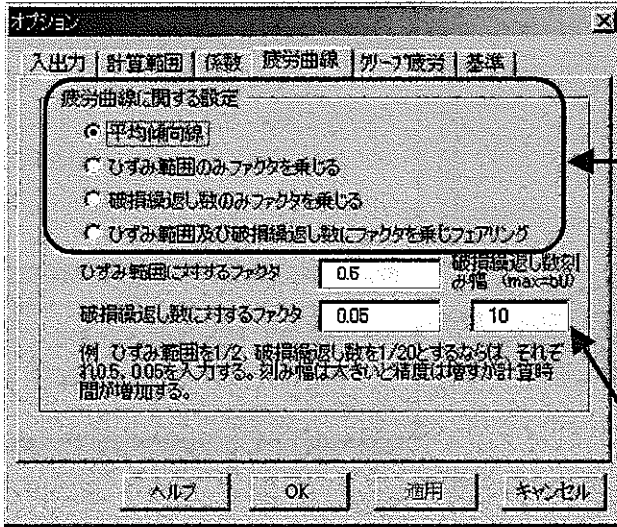
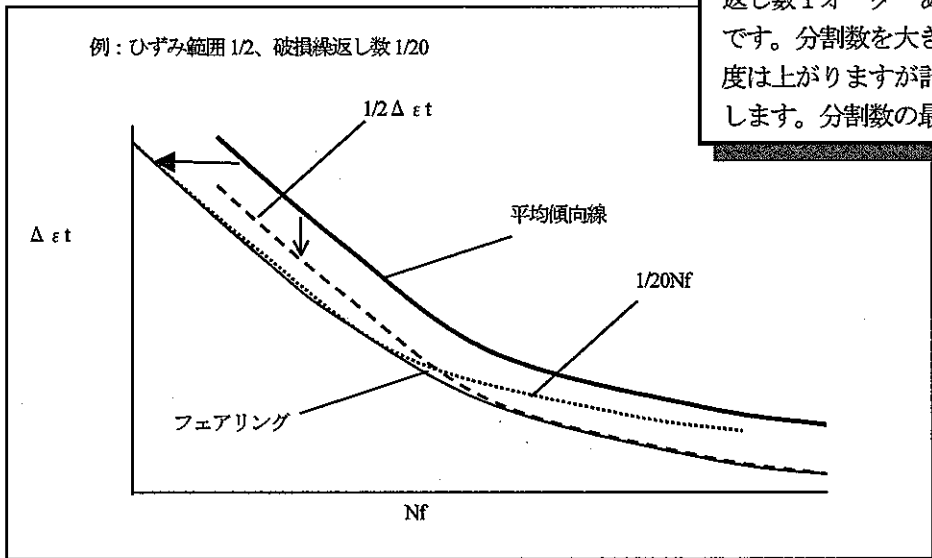
【入出力】

入出力値に掛かる係数及び項目の出力の設定をします。ここで示している数値は入出力の標準の値で入出力値にかかる係数です。プログラム内部では、応力値を N/mm^2、ひずみ量を mm/mm として計算していますが、入力値はそれぞれ N/mm^2、%としているため 0.01 及び 1 の係数を設けています。有効にするには「適用」ボタン若しくは「**OK**」ボタンを押して下さい。オプションのメニューをオープンしたまま、**SMAT-D** の処理も行えます。なお、変更した場合 **SMAT-D** の全ての処理に有効になります。

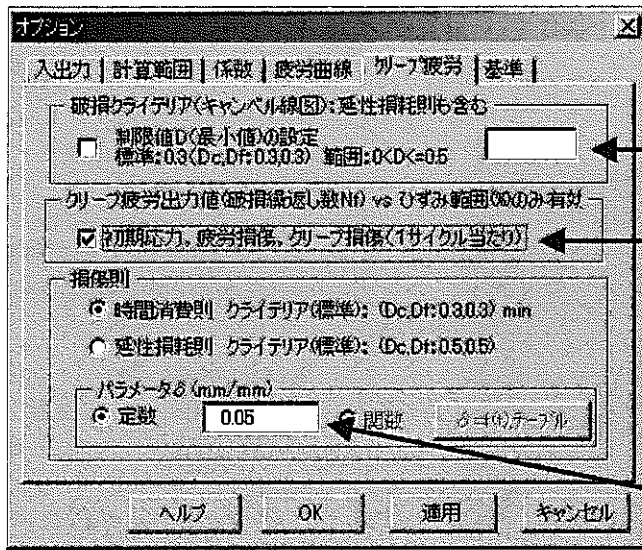
【 計算範囲 】

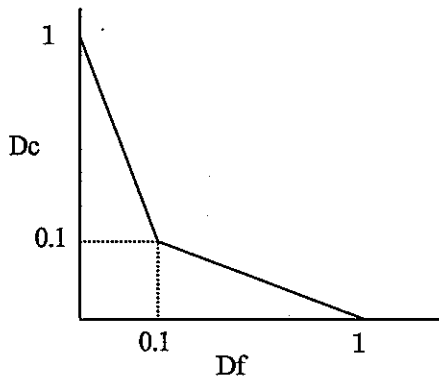
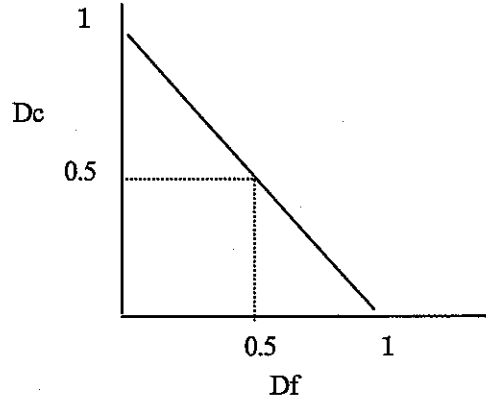
標準で定められた計算範囲以外の設定を行います。有効にするには、チェックボタンをオンとして数値を入力し「適用」ボタン若しくは「OK」ボタンを押して下さい。

【 係数 】

降伏応力及びクリープ損傷に掛かる係数を変更します。

【 疲労曲線 】

疲労曲線に関する設定です。このオプションで変更しない限り平均傾向線を用います。平均傾向の他に、ひずみ範囲及び破損繰返し数にそれぞれ係数を乗じる場合とそれらをフェアリングする場合の３種類あります。

各種疲労曲線

【 クリープ疲労 】

時間消費則で計算するクリープ疲労の破損クライテリアの設定及び初期応力値、１サイクル当たりの疲労損傷、クリープ損傷の出力指示をします。また、損傷則として、延性損耗則に変更できます。なお延性損耗則の破損クライテリアはDc+Df=1 です。

破損クライテリアについて

例

制限値 D=0.1　　　制限 D=0.5（Dc＋Df=1）

延性損耗則について

延性損耗則によるクリープ損傷の計算を以下に示します。

$$Dc = \int_0^H \frac{\dot{\varepsilon} c}{\delta} dt \qquad \delta：破断延性$$

破損クライテリア：Dc＋Df＝１（標準）

【 基準 】

7－2. 材料強度特性値出力

ワークシート上に各種材料特性についてグラフ作成用のX-Yデータを出力します。材料は、基本材料（参照3. 基本材料について）及びSMAT-Aで設定した新材料を選択できます。

【 引張 】

静的応力ひずみ関係式について各種材特性を指定したセルに出力します。

【 クリープ 】

クリープ特性は、クリープ破断式、定常クリープひずみ速度関係式、クリープひずみ式(一次クリープ)より算出されます。材料番号 101 以上の SMAT-A で設定した材料については、関係式が不備な場合その旨を画面に通知し実行されません。

処理に必要なパラメータ

処理項目	必要な時間パラメータ及び Q
破断時間 vs 応力	αR
破断時間 vs 定常クリープひずみ速度	αR、αc
クリープひずみ挙動	αR、αc
リラクセーション挙動	αR、αc、Q
TTP vs 応力	－

【 疲労 】

破損繰り返し数とひずみ範囲の関係は最適疲労破損式(Diercks)により算出します。ひずみ範囲と応力範囲の関係は、動的応力ひずみ関係式より算出します。オプションで最適疲労破損式のひずみ範囲若しくは破損繰り返し数にファクタを乗じた疲労曲線の出力が可能です。また、フェアリング操作も選択可能で材料強度基準と同等の設計曲線を出力することができます。

【 クリープ疲労 】

クリープ疲労の計算を行います。出力は、破損繰返し数 vs ひずみ範囲と保持時間 vs 破損繰返し数の２通りから選択します。

７－３．材料強度基準値出力

「2．材料強度基準値出力」は、BDS 及び DDS に準拠した各種材料強度基準値及びクリープ損傷係数 D*、D**の簡易計算値(設計値)と詳細計算値を出力します。対象となる材料は、基準値として登録されている材料のみです。ただし、等時応力ひずみ関係のみ SMAT-A で登録した材料についても出力することが可能です。

【 基準値 】

【 D*、D** 】

７－４．材料強度評価

クリープ破断時間及び疲労を含むクリープ疲労の寿命計算の計算行います。また、実測値を設定することで、計算値と実測値の相関を評価します。入力データの中に必要な値が設定されてない場合、そのレコードの計算は行いません。セル範囲は、ダブルクリック若しくは手入力で設定して下さい。

【クリープ】

クリープ破断時間及びクリープひずみ速度の予測値を算出します。データとの相関等を算出したい場合は、それぞれの実測値を選択します。しない場合は、統計処理は行われません。

	温度	応力	破断時間	$\bar{\varepsilon}_m$	備考
クリープ破断寿命	○	○	△	－	
$\bar{\varepsilon}_m$	○	▲	▲	△	応力、破断時間(実測値)のどちらかを選択

○：必須　△：任意(選択した場合、統計処理を行います。)　▲：必ず一方を選択

【 クリープ疲労 】

疲労及びクリープ疲労の予測寿命を算出します。疲労だけの計算であれば、保持時間や時間係数等を入力する必要はありません。また、保持時間が空白の場合若しくはゼロが入力されている場合は、疲労寿命を算出します。破損寿命を設定すれば、特性式との相関係数、標準偏差等を算出します。温度、ひずみ速度、ひずみ範囲等計算に必要な入力値が無い場合（空白の場合）は、そのレコードは計算されません。

7－5．材料強度特性値出力（画面出力）

材料強度特性値出力は、引張、クリープ、疲労、リラクセーション、クリープ疲労、等時応力ひずみ関係について、任意の条件における材料特性を画面に出力します。等時応力ひずみ関係のひずみから応力を算出する場合、クリープ破断関係の極値を下回った応力は算出されません。入力及び出力値は、原則的に SI 単位系で統一していますが、オプションで出力値のみ kg 単位系に出力することが可能です。また、ひずみは%で入出力しますがオプションで mm/mm で出力することが可能です。これらの処理は、SMAT-A で登録した材料についても同様の処理が施されます。

ページ	入力値	出力値
【 引張 】	ひずみ	応力、塑性ひずみ、弾性定数、比例限、降伏応力
	塑性ひずみ	応力、塑性ひずみ、弾性定数、比例限、降伏応力
	応力	ひずみ、塑性ひずみ、弾性定数、比例限、降伏応力
	温度	弾性定数、比例限、降伏応力、m、k
【 クリープ 】	応力	破断時間、定常クひずみ速度
	破断時間	応力、定常クひずみ速度
	応力、時間	クリープひずみ、破断時間、定常クリープひずみ速度、クリープひずみ速度
【 疲労 】	破損繰り返し数	ひずみ範囲
	ひずみ範囲	破損繰り返し数
	ひずみ範囲	応力範囲、塑性ひずみ範囲、比例現、弾性定数
	塑性ひずみ範囲	応力範囲、ひずみ範囲、比例現、弾性定数
	応力範囲	ひずみ範囲、塑性ひずみ範囲、比例現、弾性定数
【 リラクセーション 】	実測値（初期応力）	緩和応力、Dc
	静的応力ひずみ関係	初期応力、緩和応力、Dc
	動的応力ひずみ関係	初期応力、緩和応力、Dc
【 クリープ疲労 】	応力値	Nf、Df、Dc
	静的応力ひずみ関係	初期応力、Nf、Df、Dc
	動的応力ひずみ関係	初期応力、Nf、Df、Dc
【 等時応力ひずみ関係 】	ひずみ	応力
	応力	ひずみ

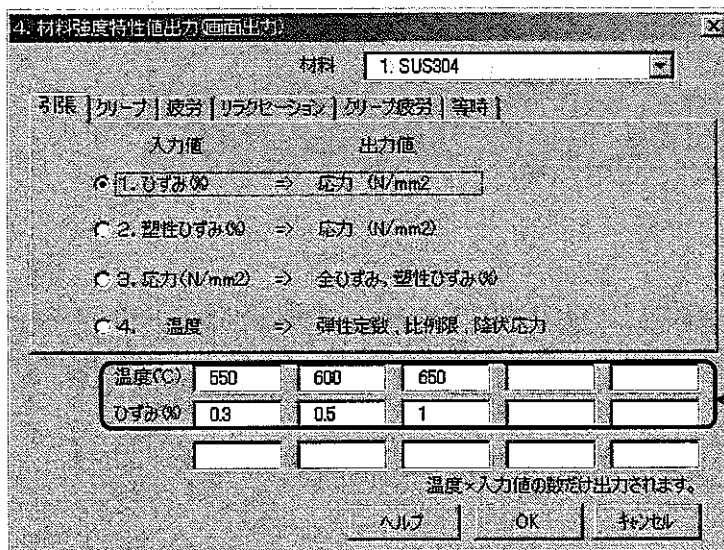
太字は主要パラメータ

【 引張 】

静的応力ひずみ関係を基に、応力若しくはひずみを温度と入力値の掛け合わせた分だけ算出します。

「出力例」

結果

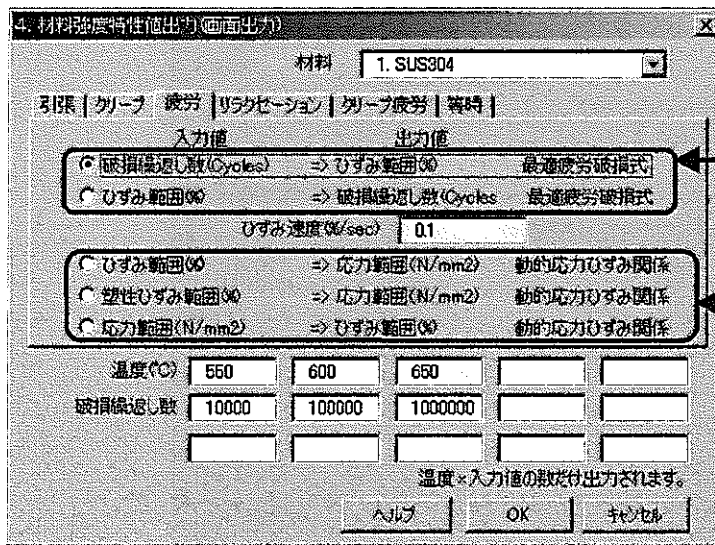
材料 ： 1．SUS304
材料特性 ： 引張

No	温度 (℃)	応力 (N/mm2)	ひずみ (%)	塑性ひずみ (%)	降伏応力 (N/mm2)	比例限 (N/mm2)	弾性定数 (N/mm2)
1	550.	138.5	0.3	0.21	137.7	92.1	164000
2	550.	149.3	0.5	0.403	137.7	92.1	164000
3	550.	166.0	1.	0.892	137.7	92.1	164000
4	600.	133.8	0.3	0.21	133.1	89.6	149000
5	600.	144.2	0.5	0.403	133.1	89.6	149000
6	600.	160.3	1.	0.892	133.1	89.6	149000
7	650.	127.7	0.3	0.211	126.8	85.7	144000
8	650.	137.7	0.5	0.404	126.9	85.7	144000
9	650.	153.3	1.	0.894	126.9	85.7	144000

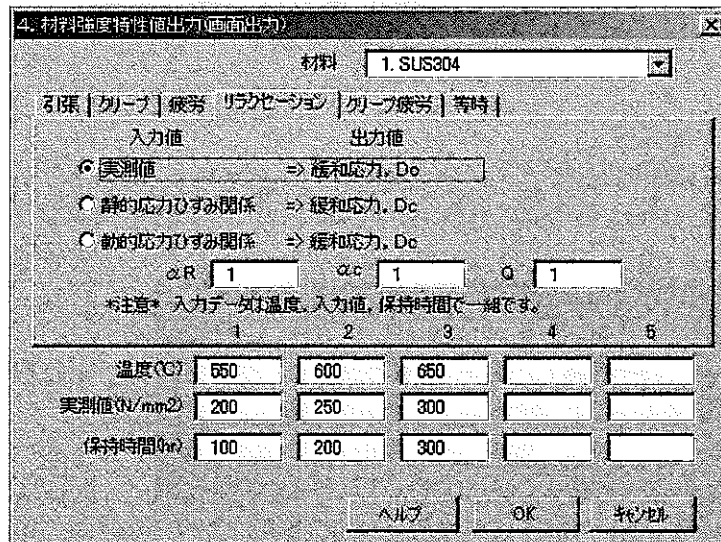
OK

【 クリープ 】

クリープ破断関係式、クリープひずみ式を基に、破断時間、応力、クリープひずみ等のクリープ特性を算出します。３．応力（N/mm^2），時間(hr)はを選択した場合、温度×応力×時間の掛けあわせた分だけ出力されます。出力例は省略。

【 疲労 】

最適疲労破損式を基にひずみ範囲若しくは破損繰り返し数を、及び動的応力ひずみ関係を基にひずみ範囲若しくは応力範囲を算出します。最適疲労破損式は、オプションでひずみ範囲や破損寿命にファクタを乗じた関係やフェアリングの関係で評価することが可能です。

【 リラクセーション 】

実測値、静的応力ひずみ関係及び動的応力ひずみ関係より初期応力を与え、緩和挙動を計算し最終的な緩和応力やクリープ損傷等を算出する。解析は最大で５ケース可能です。

【 クリープ疲労 】

クリープ疲労寿命を計算する際の初期応力は、デジタル値として入力するケースとひずみ範囲を与え静的応力ひずみ関係及び動的応力ひずみ関係より求めるケースを用意しています。クリープ疲労寿命は、標準で時間消費則による保持時間中のクリープ損傷と疲労損傷からキャンベル線図の制限値Ｄを基に算出します。延性損耗則への変更や疲労損傷を決める最適疲労破損式のファクタやクリープ疲労寿命を決める制限値Ｄの変更は、オプションで任意に設定することができます。

ひずみ範囲：ひずみ範囲を入力しクリープ損傷計算を行います、
Sp 値　　：Sp 値と弾性追従係数 qep よりひずみ範囲を算出します。なお、Sp 値は片振り値です。

【 等時応力ひずみ関係 】

静的応力ひずみ関係式及びクリープひずみ式より、全ひずみ= $\varepsilon e + \varepsilon p + \varepsilon c$ 若しくは応力を算出します。計算ケースは、温度×入力値（ひずみ or 応力）×高温使用時間の組み合わせた数だけ出力されます。

８．計算例

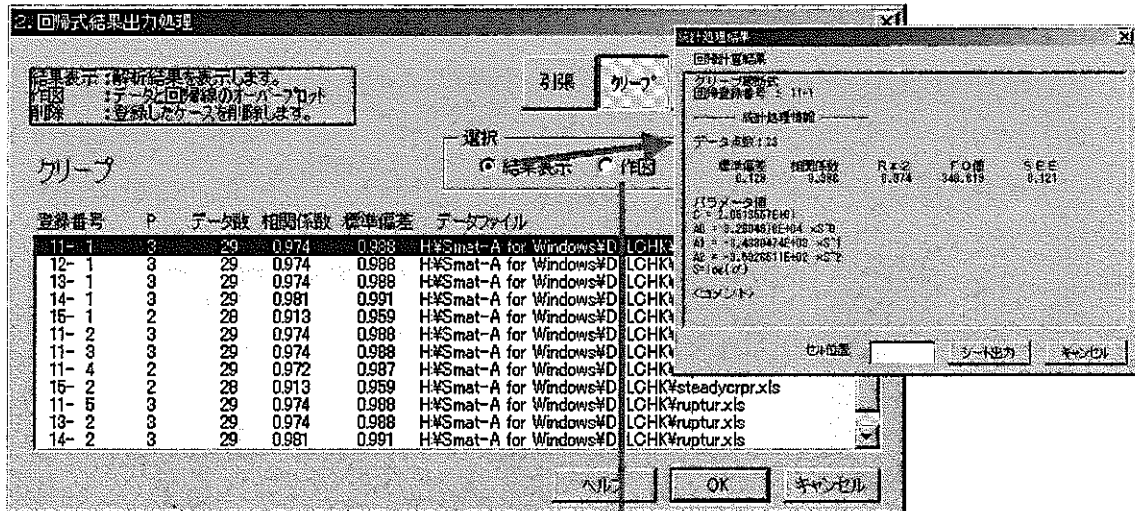
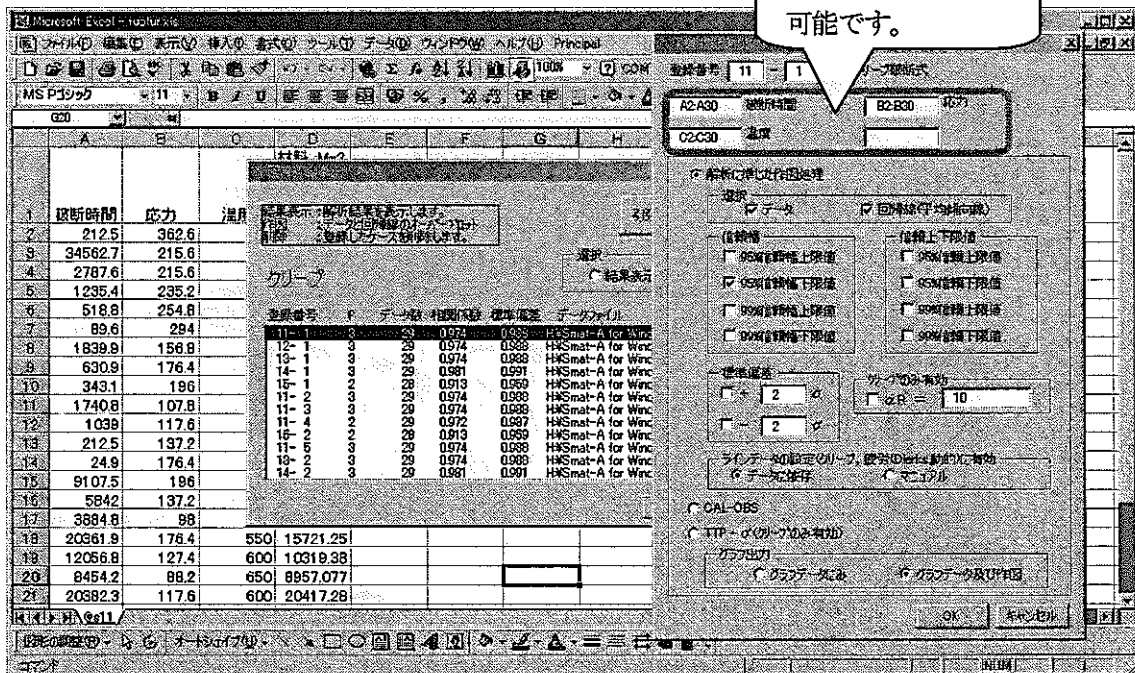
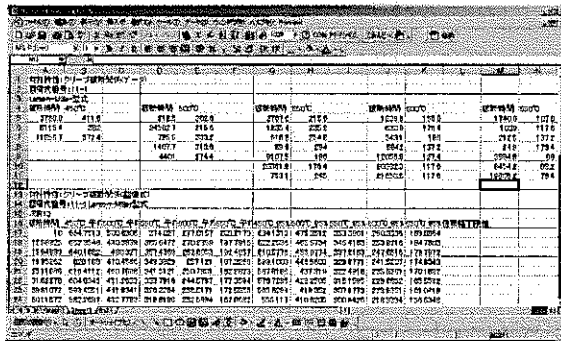
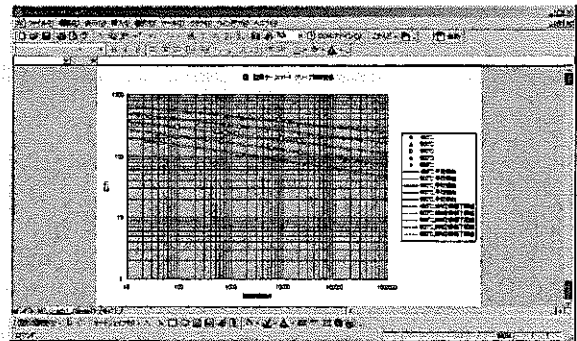
８－１．SMAT-A

１．材料特性式回帰処理

例－１．クリープ破断式（Lerson-Miller 型式）の作成。

例－２．動的応力ひずみ関係式の作成

2．回帰結果出力処理

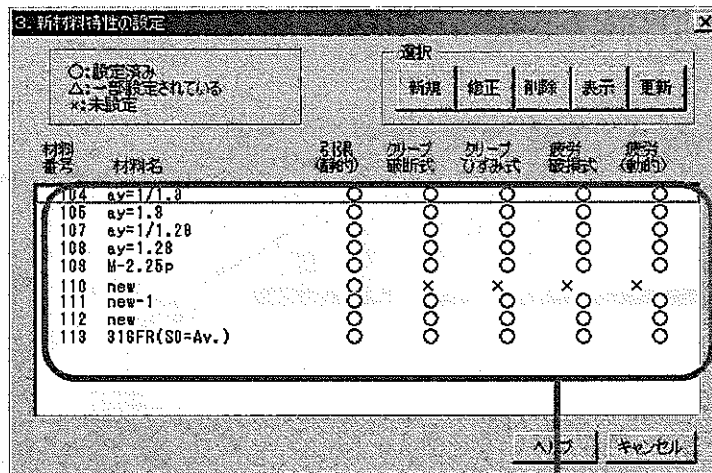
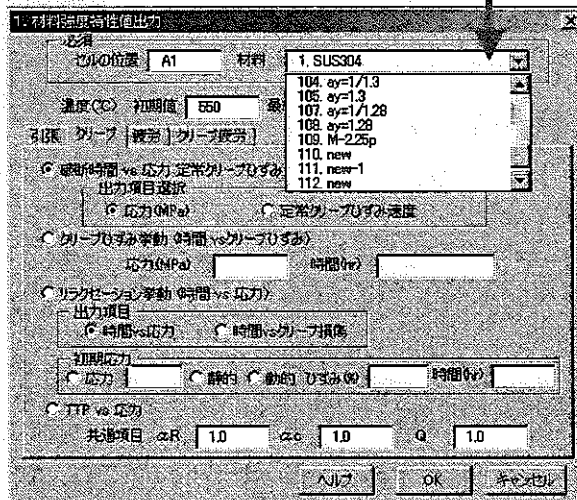
クリープに関する特性式の回帰処理結果一覧を表示します。回帰ケースを選択し結果を表示します。

「作図」―「解析に準じた作図処理」は、データ、平均傾向線及び95%信頼幅下限値をオーバープロットしたグラフを作成します。自動オープンしたファイルではなく、他のファイルのデータをプロットしたい場合は、改めてセル範囲を選択し直します。

選択したケースのExcelファイルをオープンし回帰に用いたワークシート上のセルをアクティブにします。

3．新材料特性の設定

例－１．材料特性保存データを修正

新規及び修正のボタンを押した場合は、下図の画面になります。既に、特性式が設定されている場合は赤色に、今回修正した場合は青色に項目が表示されます。保存ボタンを押してすべての特性式のデータが保存されます。

例－２．SMAT-A と D の連携

SMAT-A で新材料を設定すれば、SMAT-D でその材料特性の強度評価ができます。

<SMAT-A の材料設定画面>

8－2．SMAT-D

1．材料強度特性値出力

例－1．引張

温度 100℃～650℃まで 10℃刻みで、弾性定数、降伏応力、比例限、K、mを算出します。

例－2．クリープ

温度 450～650℃まで 50℃刻みで、破断時間と応力の関係を出力します。SMAT-A で新規に作成した材料 M101 を選択しています。

例－３．疲労

SMAT-A で設定した新材料を選択し、温度 450℃～600℃まで 50℃刻み、ひずみ速度 0.1%/sec で破損繰返し数とひずみ範囲の関係を算出します。オプションで、疲労関係をフェアリングに設定しています

例－３．クリープ疲労

温度 550℃、ひずみ速度 0.1%/sec、保持時間１0hr における破損繰り返し数とひずみ範囲の関係を出力しています。クリープ損傷則は、延性損耗則を用い、SMAT-A で作成した材料 ay=1/3 を選択しています。疲労関係式はフェアリングで設定しています。

2. 材料強度基準値出力

例－１．温度依存の設計値（基準１）の出力

100℃～600℃を25℃刻みで、基準１の設計値を全てを選択し出力します。

例－２．SUS304 の St 値の出力例

温度425℃～650℃の間を25℃刻みで、各温度毎に時間と St 値の関係を出力します。

３．材料強度評価

例－１．クリープ破断時間の予測値

クリープ試験データの破断時間について、予測値の計算と実測値と予測値の統計処理を行っています。なお、空白若しくは零がある行は計算されません。

例－２．クリープ疲労寿命の予測値

クリープ疲労試験データ破損寿命について、予測値の算出と実測値と予測値の記述性の統計処理を行っています。併せて、1 サイクル当たりの損傷値も出力しています。損傷値の出力はオプションで行います。

9. 注意事項

(1) 単位の扱い

SMAT-A&D のひずみやひずみ速度の入力値の単位は%、%/sec、%/hr ですが、プログラム内部の材料特性式のひずみ部分の単位は mm/mm で扱っています。応力値は何れも SI 単位で扱っています。そのため入力値を内部の単位に合わせるため、オプションで必要な係数を定めています。ひずみを例にとれば、入力値やシート上のデータの単位が標準の%ではなく mm/mm であった場合、そのまま実行すると mm/mm に対し 0.01 を掛け想定外の計算になり不具合を来たす原因となります。このような入力条件では、オプションで掛かる係数を 0.01 から 1 に設定し、内部の mm/mm の単位に合わせます。応力値も同様です。つまり、入力値の単位が%や SI 単位であれば、オプションで係数を変更する必要はありません。それ以外の単位の場合は、材料特性式の入力単位に合わせるようにオプションで係数を変更します。

(2) 入力データの制限

SMAT-A&D は、数値計算を高速化するため主要な計算処理は DLL 化しています。また、温度、ひずみ及び応力等の入力には外挿することを考慮し制限を設けていません。よって適用範囲を大きく超えた計算や想定外の入力データで DLL 内にエラーが生じ VBA 側で対処できない場合 EXCEL 自体強制終了します。

(3) 時間パラメータ α_R 及び αc

αR及びαcの扱いは、クリープひずみ式内部で破断時間tR=tR/αR/αcの関係になっています。それぞれ独立に計算したい場合は、αRはそのままの値を入力し、α c はαRで除した値を入力します。

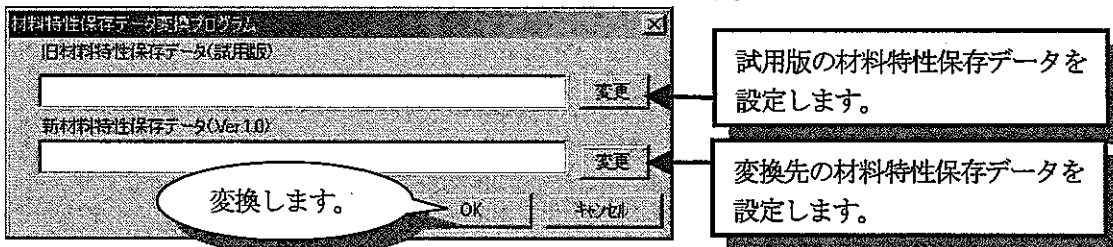
(4) 保存データの変更

SMAT-Aで作成される回帰結果保存データと材料特性保存データを現状ファイルとは別に新規に作成する場合、SMAT-Aの「オプション」から「変更」ボタン押し、ファイル選択ダイアログより存在しない任意のファイル名に変更します。なお、エクスプローラより現状のファイル名を変更しても構いません。この場合、既に設定したファイル名で新規に作成されます。

(5) 試用版の材料特性データの変換

試用版で作成した材料特性保存データは、Ver. 1. 0では使用できません。使用したい場合は、以下の操作を行って下さい。

①「ツール」―「マクロ」より、コマンド名“Convmdb”を入力し実行します。

②) 以下のダイアログに必要なデータファイル名を設定します。

③ 保存データを変更します。参照「保存データの変更」。

１０．サポート

始めに、このプログラムの使用によって生じた損害等については責任を負わないものとします。要望・バクのご報告は下記にメールをください。要望は、次回バージョンアップに反映したいと思います。バクにはできるかぎり対処します。

【連絡先】｝
核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター
TEL：029-267-4141　Fax： 029-266-3675
担当　加藤　（内線5708）　E-Mail：jy_ktu@oec.jnc.go.jp
　　　浅山　（内線5703）　E-Mail：asayama@oec.jnc.go.jp